Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. H. Franke

HÄMATOLOGISCHE UND METABOLISCHE AUSWIRKUNGEN EINER HYPOKALORISCHEN EIWEISSDIÄT AUF NORMAL- UND ÜBERGEWICHTIGE

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Wolfgang Pohl
aus Bayreuth

Würzburg, den 23. Mai 1980

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. H. Franke

HÄMATOLOGISCHE UND METABOLISCHE AUSWIRKUNGEN EINER HYPOKALORISCHEN EIWEISSDIÄT AUF NORMAL- UND ÜBERGEWICHTIGE

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Wolfgang Pohl
aus Bayreuth

Würzburg, den 23. Mai 1980

Referent:	Priv.-Doz. Dr. med. H. Zöller
Korreferent:	Professor Dr. med. H. Franke
Dekan:	Professor Dr. med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

1.	EINLEITUNG	1
1.1.	Epidemiologie und Risiko der Fettsucht	1
1.2.	Erläuterung der Fragestellung	4
2.	PROBANDENGUT, DIÄTFORM UND METHODIK	5
2.1.	Probandengut	5
2.1.1.	Auswahlkriterien	5
2.2.	Diätform	7
2.3.	Methodik	9
2.3.1.	Puls, Blutdruck	9
2.3.2.	Elektrokardiogramm	9
2.3.3.	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit	9
2.3.4.	Blutbild	9
2.3.4.1.	Leukozyten	10
2.3.4.2.	Erythrozyten	10
2.3.4.3.	Hämoglobin	10
2.3.4.4.	Hämatokrit	11
2.3.4.5.	Mittleres zelluläres Volumen	11
2.3.4.6.	Färbekoeffizient	11
2.3.4.7.	Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration	12
2.3.4.8.	Thrombozyten	12
2.3.5.	Differentialblutbild	12
2.3.6.	Gerinnung	13
2.3.6.1.	Quick-Wert	13
2.3.6.2.	Partielle Thromboplastinzeit	13
2.3.6.3.	Thrombinzeit	13
2.3.6.4.	Fibrinogen	14
2.3.6.5.	Euglobinlysezeit	14
2.3.7.	Thrombelastogramm	14
2.3.8.	Metallische Ionen und Elektrolyte	16
2.3.8.1.	Natrium	16
2.3.8.2.	Kalium	16
2.3.8.3.	Calcium	16
2.3.8.4.	Anorganisches Phosphat	16
2.3.8.5.	Eisen	17

2.3.8.6.	Kupfer	17
2.3.9.	Serumlipide	17
2.3.9.1.	Triglyceride	17
2.3.9.2.	Cholesterin	18
2.3.9.3.	Lipidelektrophorese	18
2.4.	Statistik	19
3.	ERGEBNISSE	20
3.1.	Gewicht	20
3.2.	Blutdruck, Puls, Elektrokardiogramm	20
3.3.	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit	20
3.4.	Blutbild	20
3.4.1.	Leukozyten	21
3.4.2.	Erythrozyten	21
3.4.3.	Hämoglobin	21
3.4.4.	Hämatokrit	22
3.4.5.	Mittleres zelluläres Volumen	22
3.4.6.	Färbekoeffizient	22
3.4.7.	Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration	22
3.4.8.	Thrombozyten	23
3.5.	Differentialblutbild	23
3.5.1.	Neutrophil stabkernige Granulozyten	23
3.5.2.	Neutrophil segmentkernige Granulozyten	23
3.5.3.	Lymphozyten	23
3.5.4.	Eosinophile Granulozyten	23
3.5.5.	Basophile Granulozyten	24
3.5.6.	Monozyten	24
3.6.	Gerinnung	24
3.6.1.	Quick-Wert	24
3.6.2.	Partielle Thromboplastinzeit	25
3.6.3.	Thrombinzeit	25
3.6.4.	Fibrinogen	25
3.6.5.	Euglobinlysezeit	25
3.7.	Thrombelastogramm	25
3.7.1.	Reaktionszeit	25

3.7.2.	Thrombusbildungszeit	26
3.7.3.	Maximale Amplitude	26
3.8.	Metallische Ionen und Elektrolyte	26
3.8.1.	Natrium	26
3.8.2.	Kalium	27
3.8.3.	Calcium	27
3.8.4.	Anorganisches Phosphat	28
3.8.5.	Eisen	28
3.8.6.	Kupfer	28
3.9.	Serumlipide	28
3.9.1.	Triglyceride	28
3.9.2.	Cholesterin	29
3.9.3.	Lipidelektrophorese	29
3.10.	Verhalten der Probanden während der Diät	29
3.11.	Abbildungen der einzelnen Parameter	30
4.	DISKUSSION	48
4.1.	Zusammenfassung der signifikanten Ergebnisse	48
4.2.	Diskussion der Ergebnisse	49
4.3.	Diskussion der Diätform	52
5.	ZUSAMMENFASSUNG	54
6.	LITERATURVERZEICHNIS	55
ANHANG		64

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543520_0090

1. EINLEITUNG

1.1. Epidemilogie und Risiko der Fettsucht

So alt wie die Menschheitsgeschichte selbst ist auch das Krankheitsbild der Fettsucht. Im Gegensatz zur frühen Geschichte bis in die Zeit des 1. Weltkrieges, als sie hauptsächlich die sozial hochgestellten Schichten der Bevölkerung betraf, hat sie heute alle Schichten unserer Bevölkerung gleichmäßig durchsetzt. In der Manhattan-Health-Study wurde aufgezeigt, daß zwischen dem sozio-ökonomischen Status und dem Körpergewicht eine Beziehung existiert. Je höher der Status, desto niedriger das relative Körpergewicht (47,61).
Die Adipositas ist zudem sehr vom Lebensstandard der Nationen abhängig. So stellte das Übergewicht zu Zeiten des 2. Weltkrieges und in den Nachkriegsjahren kein Problem dar, mit der explosionsartigen Steigerung des Wirtschaftswachstums der hochindustrialisierten Länder wurde die Adipositas zu einem der größten Gesundheitsfaktoren (17,61). Wie die Berichte der Deutschen Gesellschaft für Ernährung von 1976 zeigen, haben 55 % der Frauen und 47 % der Männer ein Übergewicht von mindestens 15 % nach Broca erreicht und sind somit behandlungsbedürftig (15).
Nach Statistiken der amerikanischen Lebensversicherungsgesellschaften bedeuten 12,5 kg Übergewicht im Alter zwischen 45 und 55 Jahren ein um 25 % höheres Risiko im nächsten Jahr zu sterben, bei 25 kg Übergewicht steigt dieses auf 50 % gegenüber demjenigen der Normalgewichtigen (48). Generell nimmt die Sterblichkeit adipöser Patienten mit dem Grad des Übergewichtes deutlich zu (17,47).
Die Fettsucht begünstigt aber auch die Entwicklung

verschiedener Krankheiten, so des Diabetes mellitus, der Hypertonie, der Hyperlipidämie, der Arteriosklerose, sowie von Leber- und Gallenwegserkrankungen und Verschleißerscheinungen am Skelettsystem (13,42, 61).

Mit dem Rückgang der körperlichen Arbeitsleistung und mit der freien Verfügbarkeit über Nahrungsmittel in beliebiger Menge hat die Adipositas in erschreckendem Ausmaß zugenommen (22,61). Es ist dies zweifellos die Folge einer über längere Zeit positiven Energiebilanz; dagegen machen die hormonell bedingten Krankheiten mit Fettsucht, wie z.B. das Cushing Syndrom, nur 3 % an dem übergewichtigen Krankengut aus (23).

In Deutschland liegt heute die durchschnittliche Energiezufuhr bei 15 500 Joule (3 700 Kalorien) pro Kopf und Tag, einschließlich alkoholischer Getränke, was dem Bedarf eines Schwerarbeiters entspricht. Der entsprechend unseren Lebensbedingungen und -gewohnheiten kalkulierte Bedarf eines Mitteleuropäers beträgt jedoch nur 10 950 Joule (2 600 Kalorien), so daß ein Überhang von ca. 4 500 Joule (1 100 Kalorien) resultiert (13).

Zweifellos besteht der ideale Weg zur Vermeidung einer Fettsucht in einer bedarfsgerechten Ernährung, die unter Berücksichtigung von Körpergewicht, Alter und Arbeitsumsatz die Zufuhr von Nahrungsmitteln beschränkt. Eine schon bestehende Fettsucht kann dagegen nur durch eine drastische Kalorienrestriktion, die unterhalb des Energiededarfs liegt, oder durch eine Verschiebung der Nährstoffrelationen Kohlenhydrate : Fett : Eiweiß behandelt werden (5,17,22,49). Die Gefahr bei nicht sachgemäß durchgeführter Diät besteht in einem Mangel an lebensnotwendigen Nährstoffen.

Der Londoner Ohrenarzt Dr. Harvey verordnete 1863

seinem Patienten Banting die erste Reduktionsdiät, die als sogenannte "Banting-Diät" in verschiedenen Modifikationen Verbreitung gefunden hat. Ihr Fettgehalt ist doppelt so groß wie der von Eiweiß und Kohlenhydraten. Es handelt sich um eine stark eiweißreiche und kohlenhydratarme Diätform, die sehr viel Alkohol (28 % der Gesamtkalorien) und einen relativ hohen Fettanteil enthält. Banting, der unter dieser Diät abnahm und sich dabei wohlfühlte, veröffentlichte diese Diät (15).

Seit Banting haben sich eine Reihe von Diätformen für einige Zeit mehr oder weniger durchgesetzt. Es sei hier im folgenden eine kleine Auswahl aus der Vielzahl von Reduktionsdiäten aufgeführt: die Punkte-Diät enthält ebenso wie die Banting-Diät viel Eiweiß und Alkohol bei wenig Kohlenhydraten; die Mayo-Diät fordert bei einer Kalorienbeschränkung viel Eiweiß und Fett und eine starke Restriktion von Kohlenhydraten; die Quark-Diät beinhaltet ebenso viel Eiweiß und wenig Kohlenhydrate; viel Eiweiß und viel Fett bei wenig Kohlenhydraten bietet auch die Harte-Eier-Diät (15). Insgesamt beinhalten alle diese Diätrezepte folgendes Grundrezept: der Eiweiß- und Fettanteil wird relativ stark erhöht, während der Kohlenhydratanteil drastisch vermindert wird. Durch diese Zusammensetzung wird ein hoher Sättigungsgrad erreicht, so daß die Patienten für einige Zeit der Diätanweisung strikt folgen.

Die besten Erfolge zeigte bisher noch die Nulldiät (14,17,26,36,38). Benedict et al. (4) berichteten bereits 1919 ausführlich über die dabei erfolgenden Veränderungen des Stoffwechsels. Nach den erfolgreichen Berichten über größere klinische Erfahrungen von Bloom (1959)(7) und Duncan et al. (1968)(18) verbreitete sich diese Diätform schnell. Als problematisch ergab sich

hierbei, daß zwar in den ersten Wochen eine starke Gewichtsverminderung eintritt, aber dann diese auch nur sehr langsam fortschreitet. Außerdem gerät der Eiweißstoffwechsel in eine katabole Situation und die Stickstoffbilanz wird zunehmend negativ (6). Bisher wurde zudem die Nulldiät fast nur unter klinischen Bedingungen durchgeführt. Zumindest muß sie unter konsequenter Überwachung stattfinden (26,42). Als Alternative stellte sich die Frage einer hypokalorischen Eiweißdiät, die hier im folgenden untersucht werden soll.

1.2. Erläuterung der Fragestellung

Folgende Probleme sollten dabei im einzelen gelöst werden.

1.) Welche Gewichtsabnahmen lassen sich mit einer hypokalorischen Eiweißdiät erzielen?

2.) Wie verändern sich eine Vielzahl von Parametern des Intermediärstoffwechsels und des Kreislaufs unter einem Eiweißdiätetikum?

3.) Welche unterschiedlichen Entwicklungen ergeben sich beim Vergleich einer normal- mit einer übergewichtigen Probandengruppe unter einer hypokalorischen Eiweißdiät?

4.) Ist diese Eiweißdiät geeignet in größerem Umfang zur Gewichtsreduktion verwendet zu werden?

2. PROBANDENGUT, DIÄTFORM UND METHODIK

2.1. Probandengut

2.1.1. Auswahlkriterien

Die normalgewichtigen Probanden wurden hauptsächlich aus dem Bekanntenkreis gewonnen. Die Übergewichtigen stellten sich überwiegend aus dem Personal der Medizinischen Poliklinik und des Juliusspitals Würzburgs zur Verfügung. Alle Teilnehmer der Diät wurden vor Beginn internistisch untersucht: anamnestisch wurden die Probanden nach früher abgelaufenen Herzerkrankungen, nach Diphterie, Diabetes mellitus, Gicht, Hyper- und Hypotonie befragt, da derartige Kranke von der Kur aus Risikogründen und wegen der Übersichtlichkeit der Befunde ausgeschlossen bleiben sollten. Um möglichst ausgewogene Bedingungen zu erhalten, wurde darauf geachtet, daß keine die Normbereiche überschreitenden Laborwerte vorlagen, die Probanden möglichst keine Medikamenteneinnahme und einen niedrigen Nikotin- und Alkoholkonsum aufwiesen.
Das Sollgewicht der Probanden wurde den Tabellen der amerikanischen Versicherungsgesellschaften entsprechend Größe, Alter und Geschlecht entnommen (28) (siehe Tab. 1). Als untere Grenze für die Gruppe der Adipösen wurde das entsprechende Normalgewicht plus zwanzig Prozent angesetzt. Nach diesen Kriterien wurden dann die Probanden ausgewählt.

Größe (cm)	Durchschnittsgewicht (kg)				
	Alter in Jahren				
	17-19	20-24	25-29	30-39	40-49
	Männer				
162	57,2	61,3	63,7	65,4	66,7
163	58,0	61,9	64,2	66,1	67,5
164	58,7	62,5	64,8	66,8	68,2
165	59,4	63,0	65,3	67,5	68,9
166	60,1	63,5	66,0	68,2	69,6
167	60,8	64,1	66,7	68,9	70,3
168	61,6	64,6	67,3	69,7	71,1
169	62,2	65,1	67,9	70,4	72,0
170	62,9	65,7	68,4	71,1	72,9
171	63,6	66,4	69,1	71,8	73,6
172	64,3	67,1	69,8	72,5	74,3
173	65,1	67,8	70,5	73,2	75,0
174	65,8	68,5	71,2	73,9	75,8
175	66,5	69,2	71,9	74,7	76,5
176	67,2	69,9	72,6	75,5	77,3
177	67,9	70,6	73,4	76,4	78,2
178	68,6	71,4	74,1	77,3	79,1
179	69,3	72,1	74,8	78,0	79,8
180	70,1	72,8	75,5	78,7	80,5
181	70,9	73,6	76,3	79,5	81,3
182	71,8	74,5	77,2	80,4	82,2
183	72,7	75,4	78,1	81,3	83,1
184	73,4	76,1	79,0	82,0	83,8
	Frauen				
162	54,0	54,6	56,5	59,6	63,1
163	54,8	55,2	57,0	60,1	63,8
164	55,5	55,9	57,7	60,7	64,3
165	56,2	56,6	58,5	61,2	64,8
166	56,7	57,3	59,2	61,9	65,5
167	57,3	58,1	59,9	62,6	66,2
168	57,8	58,7	60,5	63,2	66,9
169	58,3	59,2	61,1	63,8	67,6
170	58,9	59,8	61,6	64,3	68,4
171	59,6	60,5	62,3	65,0	69,1
172	60,3	61,2	63,0	65,7	69,8
173	61,0	61,9	63,7	66,4	70,5
174	61,7	62,6	64,4	67,1	71,2
175	62,4	63,3	65,1	67,9	71,9
176	63,1	64,0	65,8	68,6	72,8
177	63,8	64,7	66,6	69,3	73,7
178	64,6	65,5	67,3	70,0	74,6
179	65,5	66,4	68,2	70,9	75,5
180	66,4	67,3	69,1	71,8	76,4
181	67,1	68,2	70,0	72,7	77,2
182	68,2	69,1	70,9	73,6	78,1
183	69,1	70,0	71,8	74,5	79,9
184	70,0	70,9	72,7	75,4	79,9

Tab. 1: Gewichtstabellen der amerikanischen Versicherungsgesellschaften, aus Holtmeier 1977 (28)

2.1.2. Gruppenzusammenstellung

Insgesamt nahmen 43 Probanden an der Diät teil; davon entfielen 22 auf die normal- und 21 auf die übergewichtige Gruppe.

	Normal	Adipös	Gesamt
Anzahl	22	21	43
männlich	14	3	17
weiblich	8	18	26
Alter (Jahre)	26,1±7,2	31,2±11,7	28,6±9,9
Größe (cm)	174,2±9,1	168,1±6,9	171,2±8,6
Gewicht (kg)	68,9±10,8	85,1±12,0	76,8±13,9

Tab. 2: Kollektive der Normalgewichtigen und der Übergewichtigen ($\bar{x} \pm s$)

2.2. Diätform

Die Probanden bekamen für 6 Tage ausschließlich das Eiweißgranulat Bionorm^R (Firma E.Merck, Darmstadt) und zwar 1 g Eiweiß pro kg Körpergewicht und Tag, entsprechend dem sogenannten "Eiweißoptium".
Bionorm^R enthält in 100 g:

Eiweiß	60 g
Kohlenhydrate	30 g
Fett	1 g
Joule (Kalorien)	1550 (370)
BE	2,5

zugesetzte Vitamine:

A	3800 I.E.	Nicotinsäureamid	10 mg
E	23 mg	Calcium -D-	
B_1	1 mg	pantothenat	8 mg
B_2	1,5 mg	Folsäure	0,3 mg
B_6	1,5 mg		
B_{12}	4 x 10^{-6} g		

Außerdem enthält Bionorm^R in ausgewogenem Verhältnis alle lebensnotwendigen Aminosäuren und Mineralstoffe. Die tägliche Menge Bionorm^R wurde auf 3 bis 5 Mahlzeiten verteilt, je nach den individuellen Eßgewohnheiten. Vom 7. bis zum 10. Tag ernährten sich die Probanden wieder nach freier Wahl.
Ein durchschnittlicher Normalproband von 60 kg bekam beispielsweise 100 g Bionorm^R täglich, die ungefähr 1550 Joule (370 Kalorien) entsprechen. Am 1., 4., 7. und 10. Tag kamen die Probanden morgens nüchtern zur Blutentnahme. Jede Woche führte eine Gruppe von 4 bis 6 Probanden die Diät durch; die Diätkur der normalgewichtigen Gruppe wurde im Juni/Juli 1977, die der adipösen im September/Oktober 1977 vorgenommen.
Um für eine ausreichende Ausscheidung harnpflichtiger Substanzen Sorge zu tragen, tranken die Probanden täglich 2 bis 3 l kalorienfreie Flüßigkeit, hauptsächlich Tee und Mineralwasser. Während der Diät sollte nicht geraucht und kein Alkohol getrunken werden; das Autofahren wurde so weit wie möglich eingeschränkt. Für das Auftreten von kurzfristigen hypotonen Kreislaufbeschwerden bekamen die Probanden vorsorglich Norphenovit^R Lutschtabletten ausgehändigt.
Im Verlauf der Diät wurden die Probanden täglich besucht, um sie einerseits zu motivieren und um andererseits den Gesundheitszustand zu überwachen.

2.3. Methodik

Den Normalwerten wurden die Angaben des Labors der Medizinischen Poliklinik Würzburg zugrunde gelegt.

2.3.1. Puls, Blutdruck

Der Blutdruck wurde nach Riva Rocci bestimmt und der Radialispuls getastet.

2.3.2. Elektrokardiogramm

Vor und nach der Diät wurde ein EKG geschrieben und zwar folgende Ableitungen: Extremitätenableitungen nach Einthoven und Goldberger und die Brustwandableitungen nach Wilson (V_1 - V_6).

2.3.3. Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

Normbereich: Männer 2-10/5-18 mm
Frauen 3-13/7-20 mm
Die BSG wurde nach Westergreen bestimmt; mit Natriumcitrat versetztes Venenblut (1:5) wird in eine graduierte Pipette gefüllt und senkrecht aufgestellt. Die Senkung wird nach 1 und 2 Stunden abgelesen.

2.3.4. Blutbild

Die Werte des Blutbildes wurden mit einem elektronischen Zählgerät bestimmt (Coulter Counter). Hierbei werden Leukozyten, Erythrozyten, Hämoglobin

und mittleres zelluläres Volumen direkt gemessen, die übrigen Werte werden von dem Gerät aus diesen vier errechnet.

2.3.4.1. Leukozyten

Normbereich: 4 000 - 10 000/10^{-6}l Blut
Damit bei der Leukozytenzählung die Erythrozyten nicht mitgezählt werden, müssen sie vorher hämolysiert werden. Das hämolysierte und verdünnte Blut wird von einer Kapillare, die mit Elektroden ausgerüstet ist, aufgesogen. Die Blutkörperchen, die durch das elektrische Feld der Kapillare wandern, ergeben eine Impulsänderung, da sie eine geringere elektrische Leitfähigkeit als das Serum besitzen. Von 3 verschiedenen Kapillaren wird das Blut gleichzeitig aufgesogen, die Impulse werden dreimal gezählt, der Mittelwert errechnet und ausgedruckt.

2.3.4.2. Erythrozyten

Normbereich: Männer 4,6 - 6,2 Millionen/10^{-6}l Blut
Frauen 4,2 - 5,4 Millionen/10^{-6}l Blut
Die Erythrozyten werden ebenfalls aus einer Verdünnung, mittels einer Kapillare, aufgesogen und elektronisch gezählt; der daraus errechnete Mittelwert erscheint als Ergebnis.

2.3.4.3. Hämoglobin

Normbereich: Männer 14 - 18 g/100 ml Blut
Frauen 12 - 16 g/100 ml Blut

Durch das hämolysierte und verdünnte Blut wird ein Lichtstrahl auf eine Photozelle gerichtet, welche die nicht absorbierte Lichtmenge registriert; daraus wird der Hämoglobingehalt des Serums errechnet.

2.3.4.4. Hämatokrit

Normbereich: Männer 42 - 52 %
Frauen 37 - 47 %
Der Hämatokrit wird aus der Erythrozytenzählung und dem mittleren Zellvolumen errechnet (Erythrozyten x MCV = Hk).

2.3.4.5. Mittleres zelluläres Volumen

Normbereich: Männer 80 - 94 $10^{-6} m^3$
Frauen 80 - 98 $10^{-6} m^3$
Bei der Erythrozytenzählung wird für jeden Erythrozyten ein Impuls registriert, dessen Größe entsprechend dem Volumen des Erythrozyten ausfällt; durch Integration der registrierten Impulsgrößen wird von dem Gerät das mittlere zelluläre Volumen ausgerechnet.

2.3.4.6. Färbekoeffizient

Normbereich: 27 - 31 pg
Der Färbekoeffizient ist eine rechnerische Größe, die entsprechend ihrer Definition errechnet wird: die Menge Hämoglobin, die in jedem Erythrozyten - unabhängig von dessen Größe - enthalten ist.

2.3.4.7. Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration

Normbereich: 32 - 36 g Hämoglobin/100 ml Erythrozyten
Entsprechend ihrer Definition: Hämoglobinkonzentration/Hämatokrit wird die mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration berechnet.

2.3.4.8. Thrombozyten

Normbereich: 150 000 - 300 000/10^{-6}l Blut
Mit dem Thrombocounter (Firma Coulter) wurden die Thrombozyten gezählt.

2.3.5. Differentialblutbild

Normbereiche:

Neutrophil stabkernige Granulozyten	3 - 5 %
Neutrophil segmentkernige Granulozyten	50 - 70 %
Eosinophile Granulozyten	2 - 4 %
Basophile Granulozyten	0 - 1 %
Monozyten	2 - 8 %
Lymphozyten	25 - 40 %

Die Blutausstriche wurden nach Pappenheim gefärbt. Hierbei wird der luftgetrocknete Ausstrich mit May-Grünwald-Lösung beschickt, die dann mit Aqua dest. verdünnt wird; die Gegenfärbung geschieht mit Giemsa-Gebrauchslösung. Danach wird der Objektträger abgespült und gereinigt. Der fertig gefärbte Ausstrich wird dann mit dem Objektiv 100:1, das in Immersionsöl eintaucht, mäanderförmig durchmustert und 100 Leukozyten differenziert.

2.3.6. Gerinnung

Die Gerinnungswerte wurden aus Venencitratblut nach Abzentrifugieren des Citratplasmas mit der Häkchenmethode bestimmt.

2.3.6.1. Quick-Wert

Normbereich: 70 - 120 %
Citratplasma wird mit einem Überschuß an Calcium-Thromboplastin-Lösung versetzt, und die Zeit bis zur Bildung eines Gerinsels gestoppt. Anhand einer Standardkurve werden die gefundenen Gerinnungszeiten in Prozentwerte der Norm umgerechnet. Dieser Test umfaßt global das "extrinsic Gerinnungssystem".

2.3.6.2. Partielle Thromboplastinzeit

Normbereich: 35 - 45 sec
Zu Citratplasma wird PTT-Reagenz, d.h. Plättchenfaktor-3 und Kaolin, gegeben und die Gerinnungszeit nach Recalcifizierung gemessen; dieser Test gibt global Auskunft über das "intrinsic system".

2.3.6.3. Thrombinzeit

Normbereich: 17 - 24 sec
Citratplasma wird mit Rinderthrombin bekannter Aktivität zur Gerinnung gebracht. Die Zeit nach Zugabe wird als Thrombinzeit gestoppt. Sie umfaßt global die Aktivität von Fibrinogen und Antithrombinen.

2.3.6.4. Fibrinogen

Normbereich: 200 - 450 mg/100 ml
1:10 verdünntes Citratplasma wird mit einer relativ großen Menge Thrombin zur Gerinnung gebracht; mit Hilfe einer Tabelle werden die erhaltenen Zeiten in die entsprechenden Fibrinogenmengen umgerechnet.

2.3.6.5. Euglobinlysezeit

Normbereich: > 3 1/2 Stunden
Citratplasma wird mit Essigsäure auf ph 4,5 - 5,5 eingestellt, so daß die sogenannten Euglobine ausfallen. Nach Zentrifugieren wird der Überstand abgekippt und der Niederschlag, der das Fibrinogen und die Faktoren des fibrinolytischen Systems enthält, in Puffer gelöst und mit Thrombin zur Gerinnung gebracht. Die Zeit, in der das durch Aktivatoren gebildete Plasmin das Gerinsel lysiert, ergibt die Euglobinlysezeit.

2.3.7. Thrombelastogramm

Normbereiche:	Reaktionszeit	6,7 min ± 0,6
	Thrombusbildungszeit	5,0 min ± 1,1
	Maximale Amplitude	41,5 mm ± 4,8
	Thrombelastizität	71,9 · ± 7,5

Das Thrombelastogramm nach Hartert wurde nur zu Beginn und am Ende der Diät, sowie bei der Nachuntersuchung durchgeführt.
Beim Thrombelastograph ist in einer zylindrischen, auf 37°C temperierten Stahlküvette ein kleiner Stahlstift über einen Torsionsdraht aufgehängt. In diese Küvette wird ungestaut entnommenes, recalcifiziertes

Citratblut gefüllt und mit Paraffinöl überschichtet, so daß es gegen Austrockung geschützt ist. Durch einen Motor wird nun die Küvette in ihrer Längsachse um einen kleinen Winkel hin- und hergedreht. Sobald sich zwischen Küvettenrand und Stahlstift Fibrinfäden ausgebildet haben, wird die Drehung der Küvette auf den Stift übertragen, und der sich verwindende Torsionsdraht produziert mittels einer Einrichtung, die einem Spiegelgalvanometer gleicht, die Auslenkung auf einen photographischen Film. Da die Küvette in jeder Endstellung für kurze Zeit angehalten wird, stellen sich auf dem Film, der sehr langsam transportiert wird, die Endpunkte als zusammenhängende Linien dar.

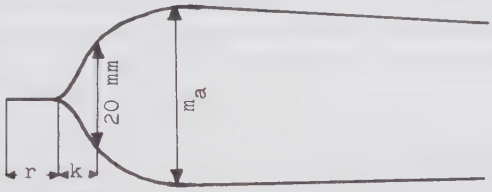

Abb. 1: Thrombelastogramm

Das entstandene Thrombelastogramm zeichnet den gesamten Gerinnungsvorgang einschließlich Retraktion und Fibrinolyse auf. Es ist die Zeit bis zum Gerinnungseintritt (r) = Reaktionszeit, Gerinnungszeit, die sogenannte Thrombusbildungszeit (k), aus der maximalen Amplitude (m_a) durch Umrechnung die Maximale Thrombelastizität (m_e) und aus dem zeitlichen Abfall der maximalen Amplitude die fibrinolytische Aktivität zu ersehen.

2.3.8. Metallische Ionen und Elektrolyte

Die nachfolgenden Werte wurden mit den Autoanalysern SMA 6/60 und SMA 12/30 der Firma Technicon durchgeführt.

2.3.8.1. Natrium

Normbereich: 135 - 145 mval/l
Das Natrium wurde flammenphotometrisch bestimmt. Durch Einbringen des verdünnten Serums in fein verteilter Form in die nichtleuchtende Flamme kommt es zu einem Aufleuchten derselben aufgrund von Anregungsvorgängen; mittels einer Photozelle erfolgt die Messung der Leuchtdichte.

2.3.8.2. Kalium

Normbereich: 3,5 - 5,0 mval/l
Die Messung des Kalium erfolgte ebenfalls flammenphotometrisch.

2.3.8.3. Calcium

Normbereich: 8,5 - 10,5 mg/100 ml
Analog wurde das Calcium bestimmt.

2.3.8.4. Anorganisches Phosphat

Normbereich: 2,5 - 4,5 mg/100 ml
Die Bestimmung erfolgte mittels der Reduktion zu

Molybdänblau. Nach Ausfällung der Serumproteine mit Trichloressigsäure bildet sich nach Zugabe von Ammoniummolybdat Ammoniumphosphomolybdat, das durch Zinn-II-Chlorid zu Molybdänblau reduziert wird. Das Molybdänblau wird photometrisch bestimmt.

2.3.8.5. Eisen

Normbereich: 60 - 140 mg/100 ml
Das Serumeisen wurde photometrisch bestimmt. Das im Serum an das Protein Transferrin gebundene Eisen wird in einem schwach sauren Phosphatpuffer abgespalten. Das Serumeiweiß wird gefällt und nach Reduktion mit Natriumascorbat wird das Eisen mit dem spezifischen Eisenreagenz o-Phenantrolin in eine rotgefärbte Verbindung überführt.

2.3.8.6. Kupfer

Normbereich: 75 - 155 mg/100 ml
Ebenfalls photometrisch wurde das Serumkupfer bestimmt. Das komplex an Eiweiß gebundene Kupfer wird durch saure Hydrochinonlösung abgespalten und in die reduzierte Form überführt. Nach Enteiweißung wird das Kupfer mit einem spezifischen Kupferreagenz photometrisch gemessen.

2.3.9. Serumlipide

2.3.9.1. Triglyceride

Normbereich: 50 - 175mg/100 ml

Die Triglyceride wurden im Autoanalyser bestimmt. Die veresterten Fettsäuren werden mit Isopropranol aus dem Serum extrahiert; mit Hydroxylamin bildet sich in quantitativer Reaktion Hydroxamsäure, die mit Eisen-III-Chlorid-Lösung eine rotbraune Farbe ergibt. Photometrisch wird die Farbintensität bestimmt, die der Anzahl der Esterbindungen proportional ist.

2.3.9.2. Cholesterin

Normbereich: 150 - 300 mg/100 ml
Zur Bestimmung des Cholesterin war eine Enteiweißung nicht notwendig. Cholesterin bildet mit Essigsäureanhydrid und konzentrierter Schwefelsäure blaugrün gefärbte Verbindungen, deren Farbintensität der Cholesterinkonzentration proportional ist.

2.3.9.3. Lipidelektrophorese

Die Trennung der Plasmalipoproteine erfolgte elektrophoretisch auf Agarosegel. Mittels Mikroküvetten und speziellen Auftragsstempeln werden definierte Volumina des Serums auf beschichtete Objektträger übertragen. Die Objektträger werden in eine mit Pufferlösung gefüllte Elektrophorese-Zelle gelegt, die Zelle gut verschlossen, und Gleichstrom von 4,5 mA pro Objektträger angelegt. Die Wanderungsgeschwindigkeit wird mit einer Markierungslösung beobachtet und die elektrophoretische Trennung rechtzeitig beendet. Nach Ende der Laufzeit werden die Objektträger in eine Fixierlösung getaucht. Nach anschließender vollständiger Trocknung werden sie in ein Färbebad gelegt,

danach gründlich abgespült und wieder getrocknet. Die quantitative Auswertung erfolgt bei einer Wellenlänge von 560 nm (Rotlicht) mittels Densitometrie.

2.4. Statistik

Um die Daten der einzelnen Probanden statistisch auszuwerten, wurden die ca. 15 000 Einzeldaten auf Lochkarten übertragen. Im Rechenzentrum der Julius-Maximilians-Universität Würzburg wurden mit einem Rechner der Firma Siemens für die normalgewichtige, die adipöse und die gesamte Gruppe jeweils getrennt errechnet:
Mittelwert $\bar{x}$,
Streuung s,
mittlere Fehler des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$ und
der Variationskoeffizient.
Mit Hilfe des T-Testes wurde eine Aussage über die Signifikanz von Entwicklungen der Mittelwerte zu gewinnen versucht. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde hierbei auf 5 % festgesetzt; zur Gültigkeit des T-Testes wurden vorher die Parameter auf Normalverteilung überprüft und der F-Test durchgeführt. Zusätzlich wurde ein T-Test mit der Frage eingegeben, ob zwischen den beiden Kurven der Normal- und der Übergewichtigen signifikante Unterschiede bestünden. Die wichtigsten Parameter wurden auf Korrelationen untersucht.

3. ERGEBNISSE

3.1. Gewicht (Abb. 2)

Für beide Gruppen ergab sich eine signifikante ($P<0,05$) Gewichtsreduktion. Die normalgewichtigen Probanden verloren durchschnittlich 4,6 kg während der Diät und wiesen anschließend einen Wiederanstieg bis zum 10. Tag von 2,6 kg auf. Die adipöse Gruppe nahm im Durchschnitt um 5,3 kg ab und nahm bis zur Nachuntersuchung nur um 1,6 kg wieder zu. Die maximale Gewichtsreduktion unter der Diät lag bei der adipösen Gruppe bei 7,8 kg, die minimale bei 3,0 kg; bei den Normalgewichtigen betrug das Maximum 5,3 kg, das Minimum 2,0 kg. Die Kurven beider Gruppen erwiesen sich als signifikant unterschiedlich.

3.2. Blutdruck (Abb. 3), Puls (Abb. 4), Elektrokardiogramm

Bei ca. 30 Prozent der Probanden zeigte sich eine Tendenz zur Hypotonie ohne signifikante Erniedrigung der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte während der Diät. Die Pulsfrequenz und das EKG zeigten keine auffälligen Veränderungen.

3.3. Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

Die BSG zeigte keine Veränderungen.

3.4. Blutbild

3.4.1. Leukozyten (Abb. 5)

Bei beiden Gruppen zeigte sich eine abnehmende Tendenz, die sich zur Nachuntersuchung hin fortsetzte. Bei den Normalgewichtigen, deren Kurve sich teilweise statistisch sichern ließ ($P<0,05$), ergab sich ein steiler Abfall zu Beginn der Diät, dem ein leichter Anstieg zu Ende hin folgte; der Wert der Nachuntersuchung paßte sich dann wieder der insgesamt sinkenden Tendenz an.

3.4.2. Erythrozyten (Abb. 6)

Für die Erythrozyten ergab sich eine für beide Gruppen gleichlaufende signifikante ($P<0,05$) Entwicklung. Auf eine Zunahme der Erythrozyten bis zum 4. Tag, die bei den Adipösen betont war, folgte eine Phase kontinuierlicher Abnahme bis in die Wiederauffüllphase.

3.4.3. Hämoglobin (Abb. 7)

Das Hämoglobin zeigte einen bei beiden Gruppen statistisch sicherbaren Verlauf ($P<0,05$). Die Gruppe der Normalgewichtigen hielt ihren Wert bis zum 4. Tag, während bei den Übergewichtigen der Wert in dieser Zeit deutlich anstieg. Zu Ende der Diät sank bei beiden der Wert unter den des 4. Tages, um dann bis zur Nachuntersuchung signifikant unter die Ausgangswerte abzufallen.

3.4.4. Hämatokrit (Abb. 8)

Die Hämatokritwerte beider Untersuchungsgruppen liessen sich statistisch sichern ($P<0,05$). Ebenso wie bei den Hämaglobinwerten zeigten die Normalgewichtigen einen fast konstanten Wert bis zum 4. Tag, während die Übergewichtigen eine leichte Zunahme aufwiesen. Auf diese Werte folgte ein bis zur Nachuntersuchung anhaltender kontinuierlicher Abfall unter die Ausgangswerte der jeweiligen Gruppe.

3.4.5. Mittleres zelluläres Volumen (Abb. 9)

Der Kurvenverlauf des mittleren zellulären Volumens ließ sich nicht statistisch sichern. Beide Gruppen zeigten einen ähnlichen Verlauf; während der Diät zeigten die Werte ziemlich gleichmäßig abfallende Tendenz, um dann bei den Übergewichtigen, die das höhere Ausgangsniveau hatten, wieder anzusteigen. Dagegen blieb der Wert der Nachuntersuchung bei den Normalgewichtigen zum vorhergehenden Wert konstant.

3.4.6. Färbekoeffizient (Abb. 10)

Die Werte des Färbekoeffizienten waren nicht signifikant verändert.

3.4.7. Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration (Abb. 11)

Auch die Abweichungen der mittleren korpuskulären Hämoglobinkonzentration waren statistisch nicht

sicherbar.

3.4.8. Thrombozyten (Abb. 12)

Der Kurvenverlauf zeigte keinerlei signifikante Veränderungen.

3.5. Differentialblutbild

3.5.1. Neutrophil stabkernige Granulozyten (Abb. 13)

Als nicht signifikant erwiesen sich die stabkernigen Granulozyten.

3.5.2. Neutrophil segmentkernige Granulozyten (Abb. 14)

Ein signifikanter Abfall ($P<0,05$) nach Diätende ließ sich für beide Gruppen nachweisen; während der Diät zeigte sich eine leicht ansteigende Tendenz.

3.5.3. Lymphozyten (Abb. 15)

Der deutliche Anstieg der Lymphozyten nach Diätende ließ sich statistisch nachweisen ($P<0,05$); schon während der Diät boten beide Gruppen einen leichten Kurvenanstieg.

3.5.4. Eosinophile Granulozyten (Abb. 16)

Für die normalgewichtige Gruppe ergab sich ein signifikanter Kurvenverlauf ($P<0,05$); während der Diät sanken die Zahlen stetig und stiegen zum 10. Tag wieder an. Die Übergewichtigen dagegen boten eine sinkende Zahl bis zur Diätmitte, danach stiegen die Eosinophilen konstant bis zur Nachuntersuchung.

3.5.5. Basophile Granulozyten (Abb. 17)

Die Anzahl der basophilen Granulozyten der adipösen Gruppe wies einen Anstieg bis zur Mitte der Diät und einen steilen statistisch verifizierbaren Abfall ($P<0,05$) bis zur Nachuntersuchung auf. Die Zellzahl der Normalgewichtigen dagegen stieg kontinuierlich leicht an. Der Kurvenverlauf der beiden Gruppen ergab sich als signifikant unterschiedlich.

3.5.6. Monozyten (Abb. 18)

Beide Gruppen zeigten ein Sinken der Monozytenzahl; das der normalgewichtigen Gruppe erfolgte langsam, der steile Abfall bei den Adipösen dagegen erwies sich als statistisch gesichert ($P<0,05$).

3.6. Gerinnung

3.6.1. Quick-Wert (Abb. 19)

Der Quick-Wert bot einen für beide Gruppen nicht signifikanten Verlauf.

3.6.2. Partielle Thromboplastinzeit (Abb. 20)

Die Kurve der partiellen Thromboplastinzeit ließ sich ebenfalls nicht statistisch sichern.

3.6.3. Thrombinzeit (Abb. 21)

Die Ergebnisse der Thrombinzeit ergaben sich als nicht signifikant, jedoch waren die Werte für die Adipösen und Normalgewichtigen signifikant unterschiedlich.

3.6.4. Fibrinogen (Abb. 22)

Das Fibrinogen der übergewichtigen Probanden ließ sich teilweise statistisch sichern ($P<0,05$), das der Normalgewichtigen dagegen nicht. Die adipöse Gruppe zeigte ein deutliches Absinken des Fibrinogen unter der Diät, gefolgt von einem erneuten Anstieg.

3.6.5. Euglobulinlysezeit

Die Euglobulinlysezeit aller Probanden blieb ausnahmslos bei Werten über 4 Stunden, so daß eine Hyperfibrinolyse während der Diät mit der zugrundegelegten Methodik nicht nachzuweisen war.

3.7. Thrombelastogramm

3.7.1. Reaktionszeit (Abb. 23)

Eine signifikante Entwicklung lag hier nicht vor. Die normalgewichtigen Probanden boten bei allen Untersuchungen gleiche Reaktionszeiten, die übergewichtigen dagegen zeigten eine leicht abnehmende Tendenz von Beginn der Diät bis zu deren Ende; der Nachuntersuchungswert lag dann wieder deutlich über dem Ausgangswert.

3.7.2. Thrombusbildungszeit (Abb. 24)

Der Kurvenverlauf der Thrombusbildungszeit ergab sich als statistisch nicht sicherbar.

3.7.3. Maximale Amplitude (Abb. 25)

Die Werte der maximalen Amplitude ergaben keinerlei Signifikanz. Die Thrombelastizität (Abb. 26) wird hier nicht extra aufgeführt, da sich deren Werte als direkt zur maximalen Amplitude proportional aus einer Tabelle entnehmen lassen.

3.8. Metallische Ionen und Elektrolyte

3.8.1. Natrium (Abb. 27)

Als signifikant ($P<0,05$) ergaben sich die Kurvenverläufe von Natrium für beide Gruppen; die Ausgangs- und die Endwerte erwiesen sich bei beiden Gruppen als identisch. Insgesamt zeigte sich ein Absinken des Natriumspiegels unter der Diät, mit Wiederanstieg über den Ausgangswert. Die Normalgewichtigen boten den steilen Abfall vor allem in der zweiten Hälfte der Diät,

während die Übergewichtigen ihn zu Beginn der Diät aufwiesen und gegen Ende sogar schon einen leichten Anstieg verzeichneten. Allerdings unterschritten die Natriumwerte niemals den Grenzbereich der Norm.

3.8.2. Kalium (Abb. 28)

Ähnliche Kurven, die sich ebenfalls statistisch sichern ließen ($P<0,05$), ergaben sich für das Kalium. Für beide Gruppen zeigt sich hier ein signifikanter Abfall in den unteren Normbereich. Während der Kaliumspiegel der Normalgewichtigen auch in der zweiten Hälfte der Diät weiter sank, blieb derjenige der adipösen Probanden nahezu konstant. Die Werte 3 Tage nach Diätende ergaben für beide Gruppen einen steilen Anstieg, ohne den Ausgangswert wieder zu erreichen.

3.8.3. Calcium (Abb. 29)

Die Kurve des Calcium der adipösen Probanden erwies sich als statistisch sicherbar ($P<0,05$), die der Normalgewichtigen dagegen nur zu Diätende. Beide Kurven boten in den ersten Tagen der Diät einen Anstieg des Calciumspiegels, der bei der übergewichtigen Gruppe bei niedrigerem Ausgangsniveau viel deutlicher ausfiel. In der zweiten Hälfte folgte ein Abfall auf für beide Gruppen fast identische Werte, der sich zur Kontrolluntersuchung noch verstärkte, sodaß die Endwerte unter den Ausgangswerten lagen.

3.8.4. Anorganisches Phosphat (Abb. 30)

Bei beiden Gruppen nicht signifikant waren die Phosphatwerte. Der Phosphatspiegel der Normalgewichtigen lag immer höher als der der Adipösen, ansonsten liefen die Kurven parallel.

3.8.5. Eisen (Abb. 31)

Für beide Gruppen signifikant erwiesen sich die Kurven des Serumeisens ($P<0,05$), die praktisch identisch waren. Die Werte sanken in der ersten Hälfte leicht, in der zweiten stärker; zur Nachuntersuchung fiel das Eisen auffallenderweise trotz Freigabe der Diät weiter signifikant ab.

3.8.6. Kupfer (Abb. 32)

Statistisch nicht sichern ließen sich die Kupferwerte, dagegen waren die Kurven beider Gruppen signifikant unterschiedlich. Der Kupferwert der adipösen Probanden, der deutlich über dem der normalgewichtigen lag, überschritt unter der Diät die obere Normgrenze deutlich.

3.9. Serumlipide

3.9.1. Triglyceride (Abb. 33)

Signifikant ($P<0,05$) fielen die Triglyceridwerte beider Gruppen unter der Diät ab und stiegen danach wieder deutlich an; das Minimum lag bei den Normalge-

wichtigen am 4. Tag, bei den adipösen Probanden deren Werte höher lagen, dagegen am Ende der Diät.

3.9.2. Cholesterin (Abb. 34)

Eine signifikante Abnahme ($P<0,05$) boten die Cholesterinwerte beider Gruppen; sie sanken während der Diät und auch anschließend zur Nachuntersuchung nochmals deutlich, wobei die adipöse Gruppe die höheren Werte aufwies.

3.9.3. Lipidelektrophorese

Unter der Diät konnten Verschiebungen im elektrophoretischen Lipidmuster weder bei den Normalgewichtigen noch bei den Übergewichtigen festgehalten werden.

3.10. Verhalten der Probanden während der Diät

Schwerwiegende Komplikationen traten im Verlauf der Diät nicht auf. Ein Proband mußte am 4. Tag wegen einer Diarrhoe die Diät abbrechen.
Bei ca. 30 % der Probanden traten besonders in den Sommermonaten leichte orthostatische Beschwerden auf; hierfür wurden Norphenovit^{R} Lutschtabletten gegeben, die die Probanden prophylaktisch erhalten hatten.
Die Mehrzahl der Probanden hatten von Anfang an Schwierigkeiten mit der Einnahme des Granulates. Vielfach gelang dies nur, indem jeder einzelne Löffel des Granulates mit Tee oder Mineralwasser hinuntergespült wurde. Gegen Ende der Diät klagten die Probanden fast

ausnahmslos über Beschwerden beim Schlucken des Präparats. Bemängelt wurde aber vor allem auch der monotone süßliche Geschmack.
Ungefähr die Hälfte der Probanden litt während der ganzen Diät unter einem konstantem Hungergefühl, andere dagegen verspürten nie Hunger, wobei sich diese Feststellungen von der Zugehörigkeit zu einer der beiden Gruppen als völlig unabhängig erwiesen. Insgesamt war während der Diät die Leistungsfähigkeit leicht herabgesetzt, die Konzentrationsfähigkeit dagegen stärker eingeschränkt. Das Hungergefühl der Probanden spielte hierfür eine nicht unbedeutende Rolle.

3.11. Abbildungen der einzelnen Parameter

Bei den folgenden Abbildungen wurde der jeweilige Parameter auf der y-Koordinate gegen den entsprechenden Tag der Diät auf der x-Koordinate (1., 4., 7. und 10. Tag) aufgetragen.
Für die normalgewichtigen Probanden wurde das folgende Symbol ●, für die übergewichtigen ▲ verwendet. Zudem wurde der jeweilige mittlere Fehler des Mittelwertes eingezeichnet.

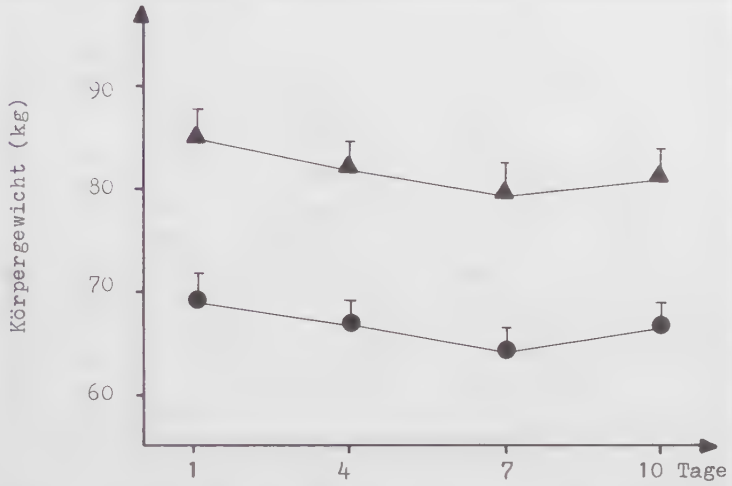

Abb. 2: Körgergewicht (kg) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

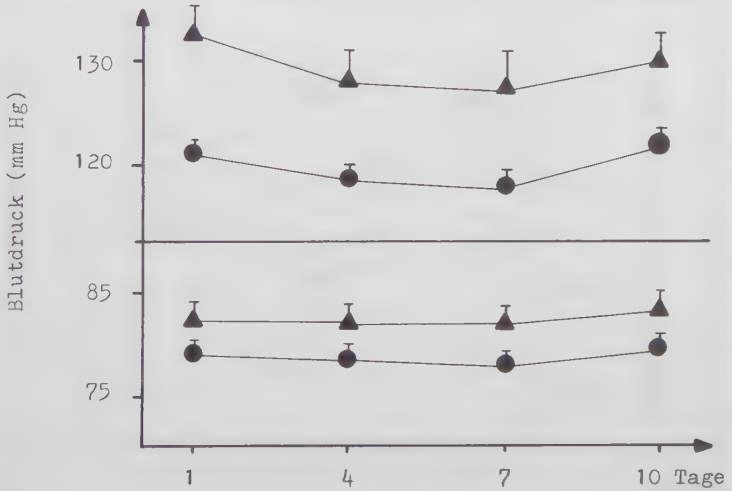

Abb. 3: Blutdruck (mm Hg) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

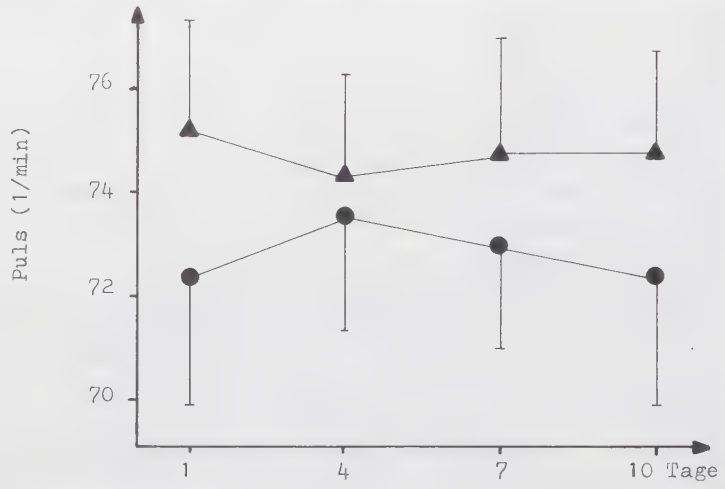

Abb. 4: Puls (1/min) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

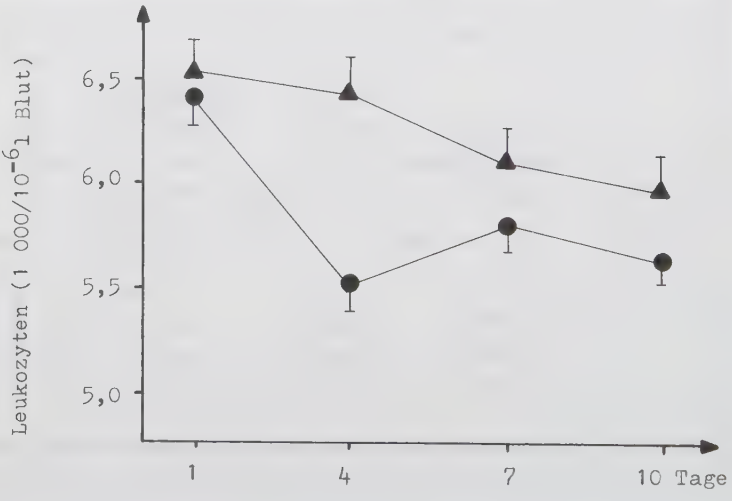

Abb. 5: Leukozyten (1 000/10^{-6}l Blut) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

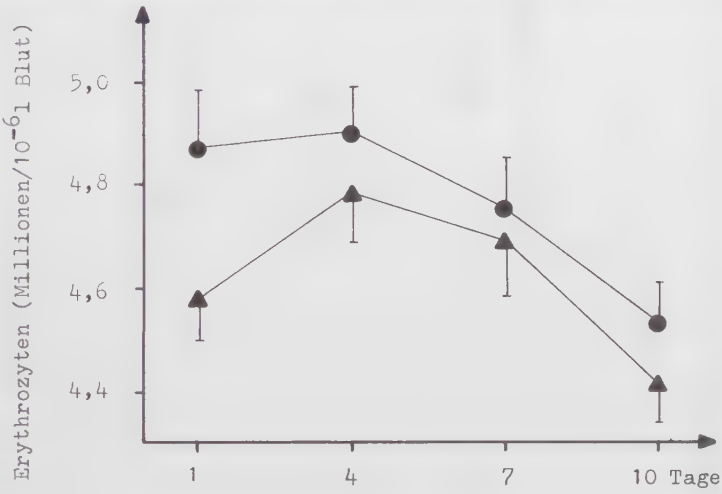

Abb. 6: Erythrozyten (Millionen/10^{-6}l Blut) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

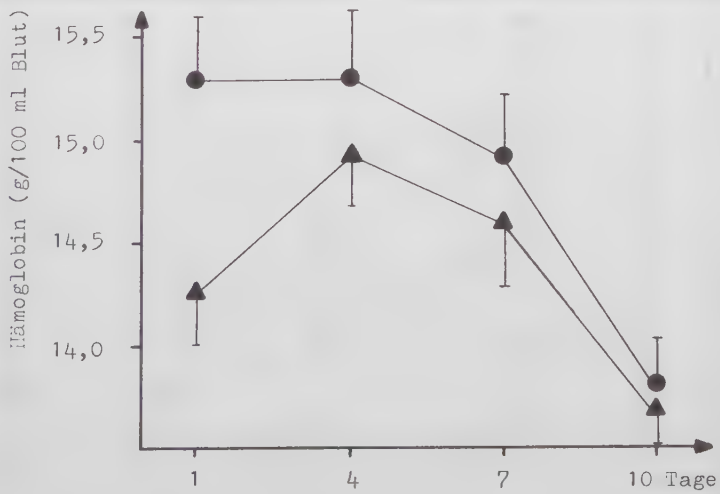

Abb. 7: Hämoglobin (g/100 ml Blut) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

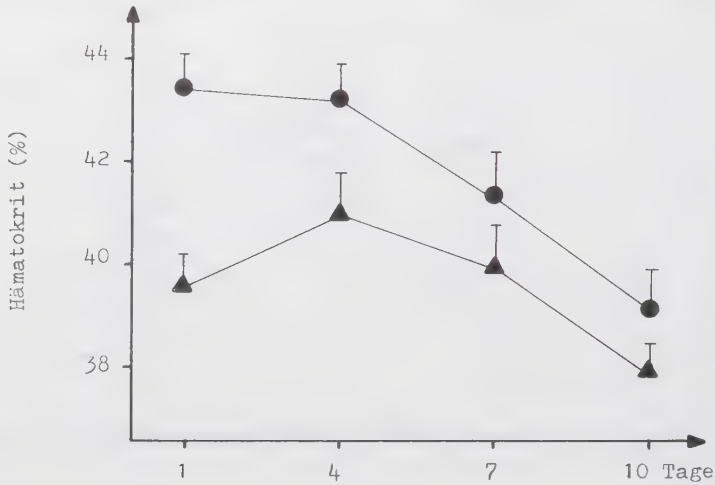

Abb. 8: Hämatokrit (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

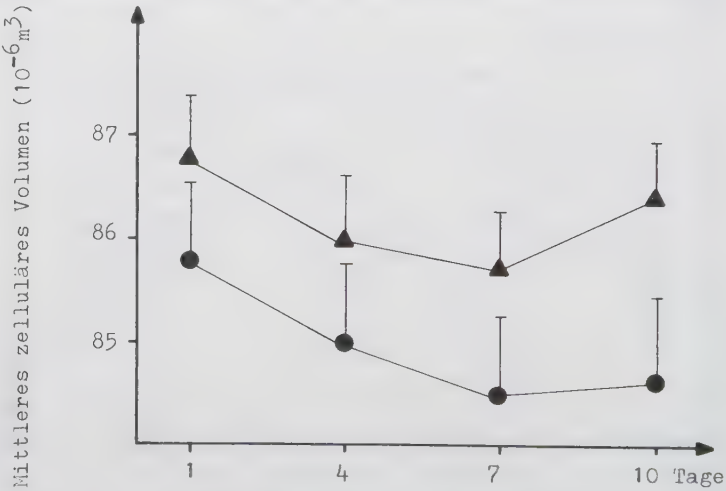

Abb. 9: Mittleres zelluläres Volumen ($10^{-6}m^3$) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

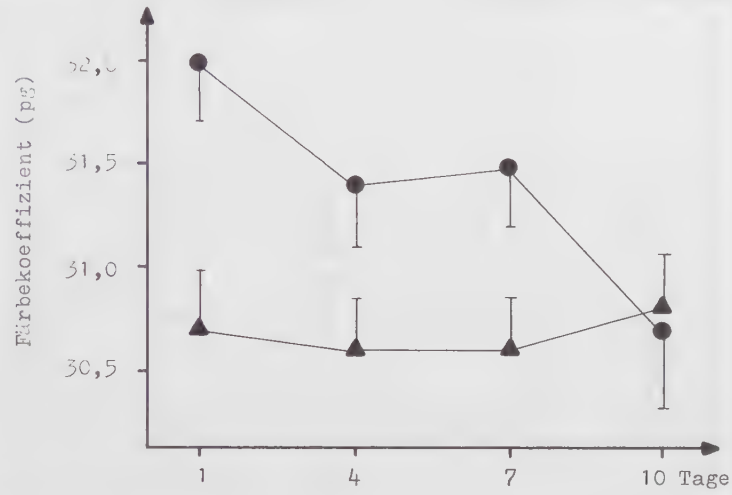

Abb. 10: Färbekoeffizient (pg) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

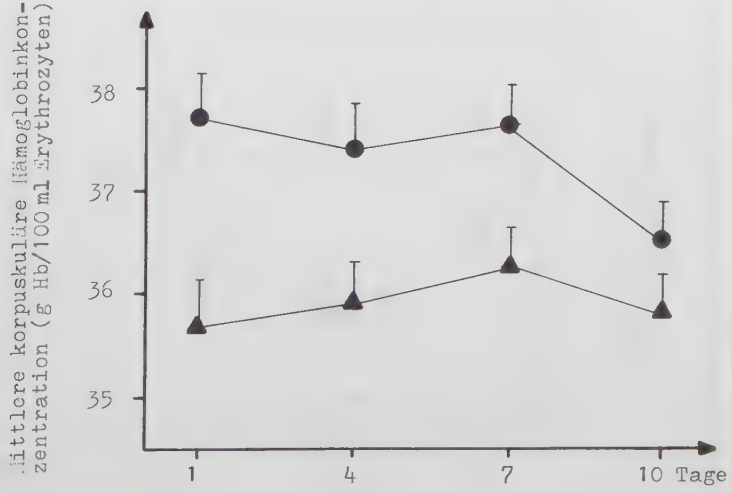

Abb. 11: Mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration (g Hb/100 ml Erythrozyten) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

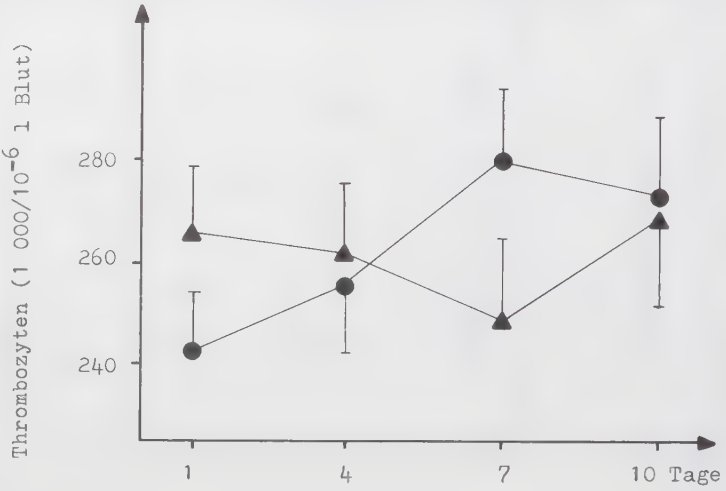

Abb. 12: Thrombozyten (1 000/10^{-6} l Blut) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

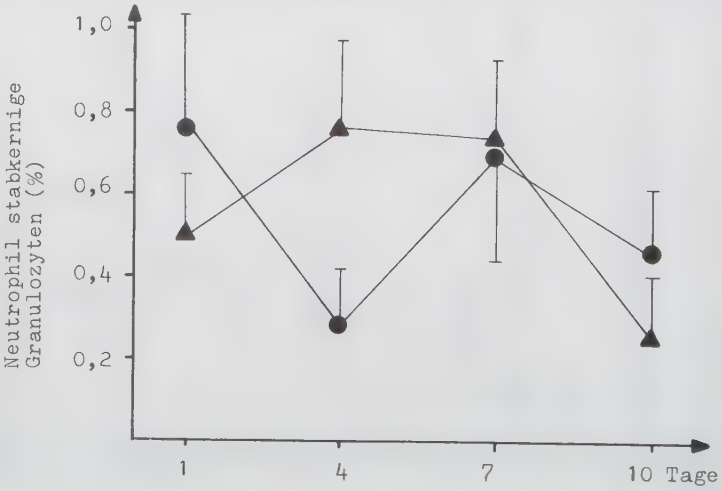

Abb. 13: Neutrophil stabkernige Granulozyten (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

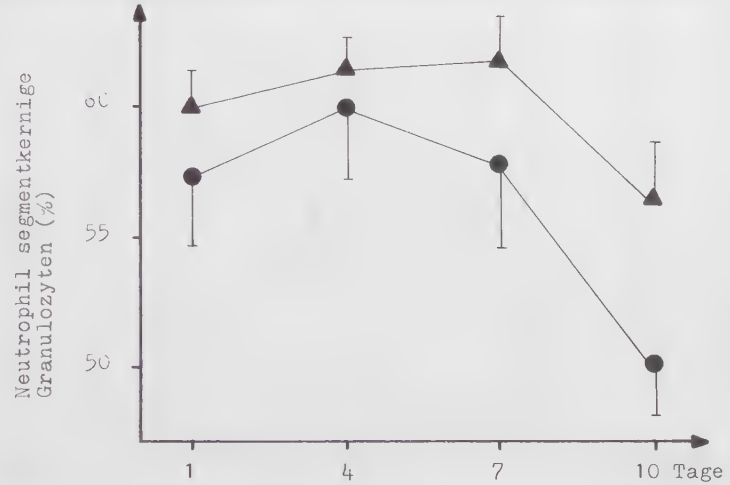

Abb. 14: Neutrophil segmentkernige Granulozyten (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

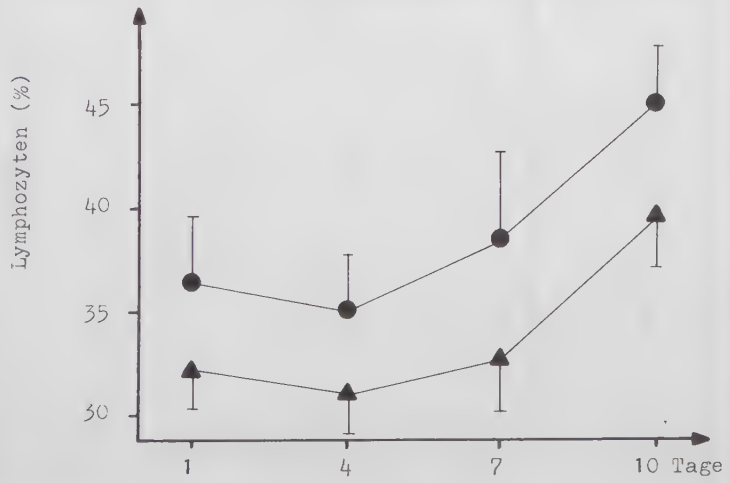

Abb. 15: Lymphozyten (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

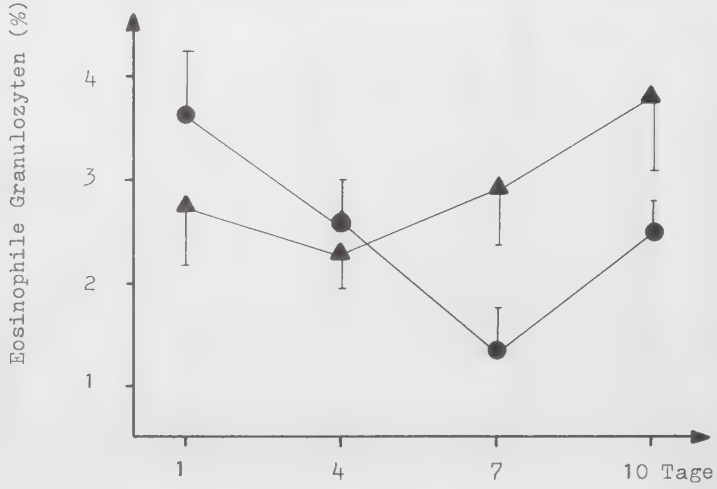

Abb. 16: Eosinophile Granulozyten (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

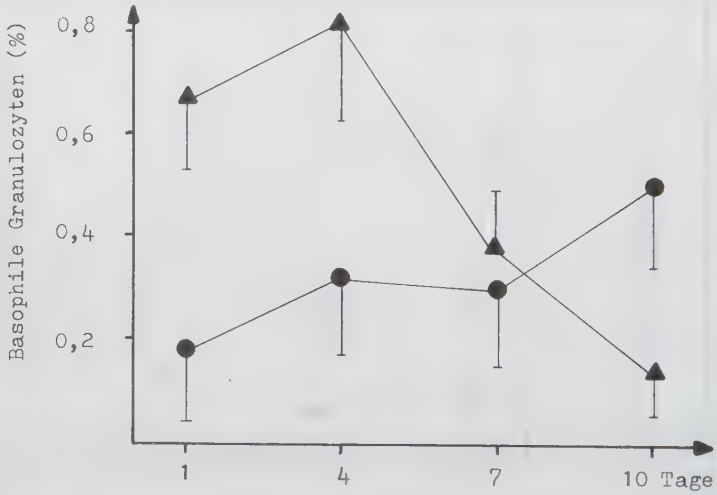

Abb. 17: Basophile Granulozyten (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

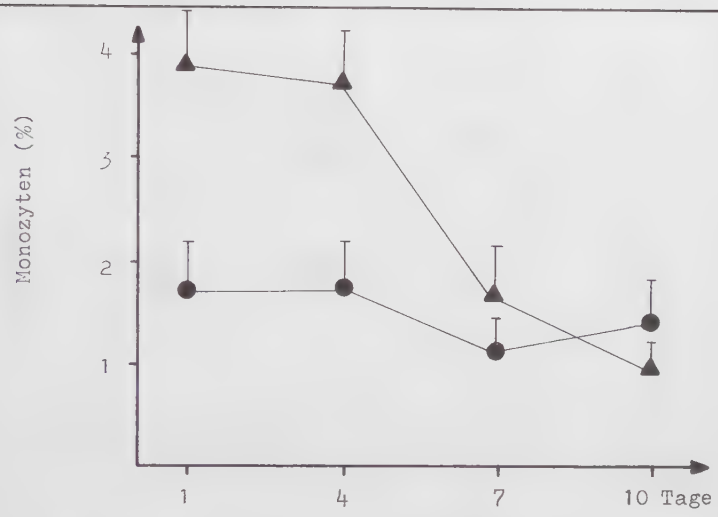

Abb. 18: Monozyten (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

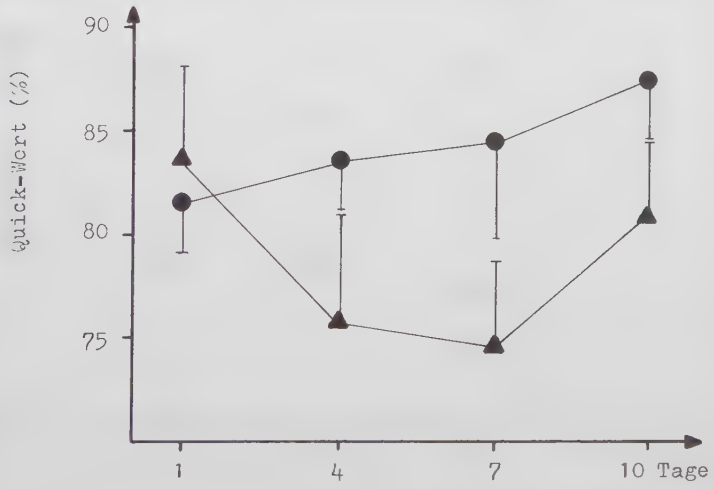

Abb. 19: Quick-Wert (%) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

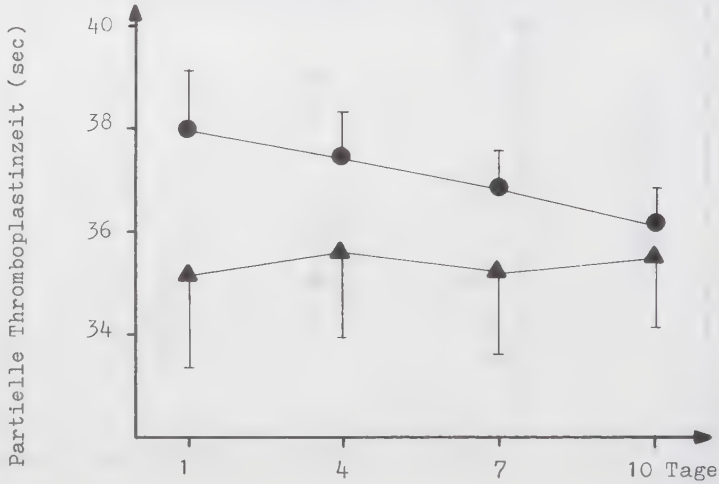

Abb. 20: Partielle Thromboplastinzeit (sec) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

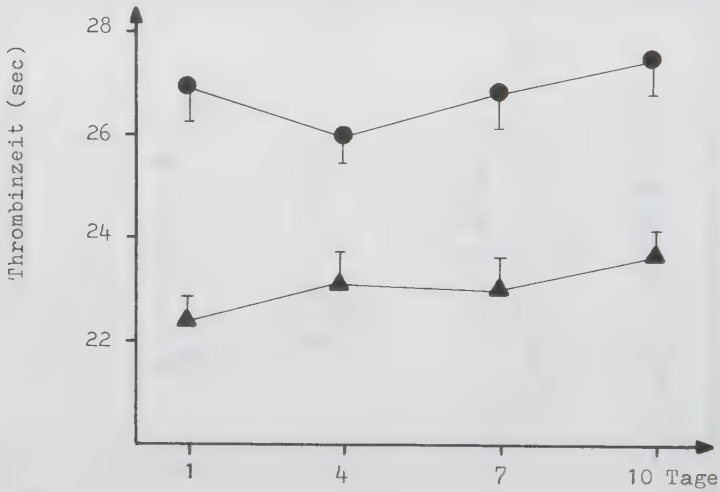

Abb. 21: Thrombinzeit (sec) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

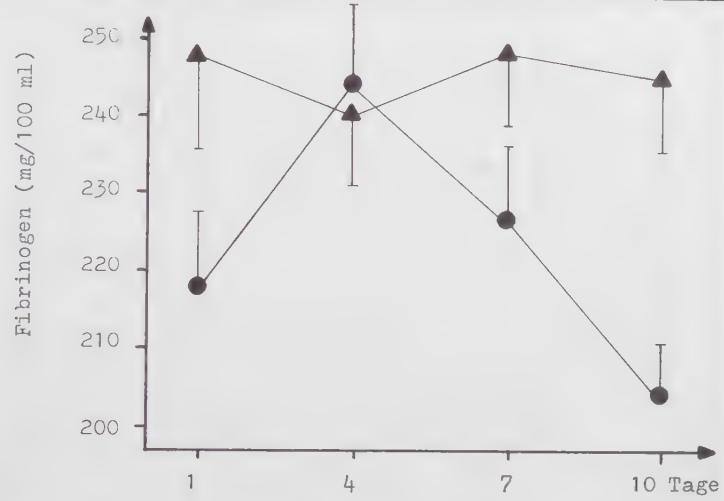

Abb. 22: Fibrinogen (mg/100ml) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

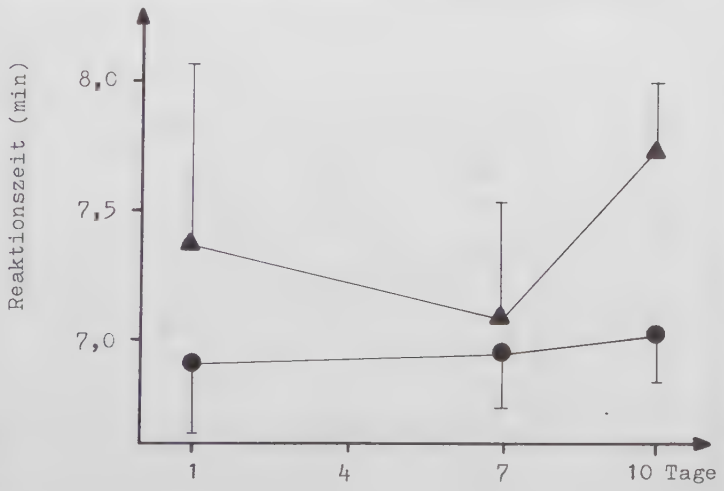

Abb. 23: Reaktionszeit (min) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

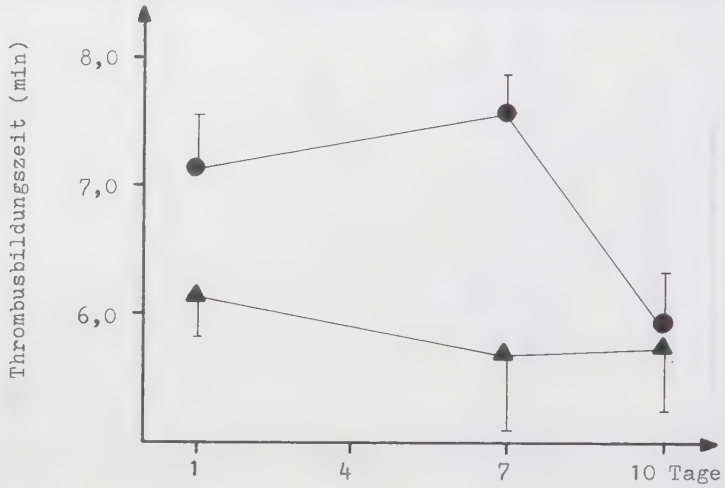

Abb. 24: Thrombusbildungszeit (min) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

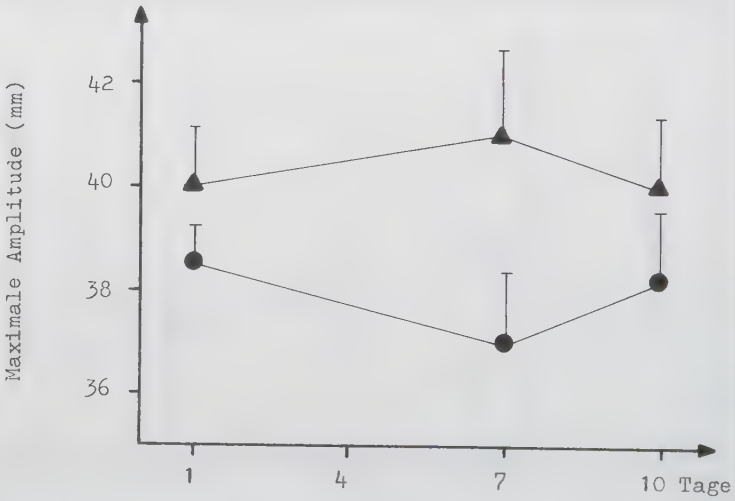

Abb. 25: Maximale Amplitude (mm) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

Abb. 26: Thrombelastizität von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

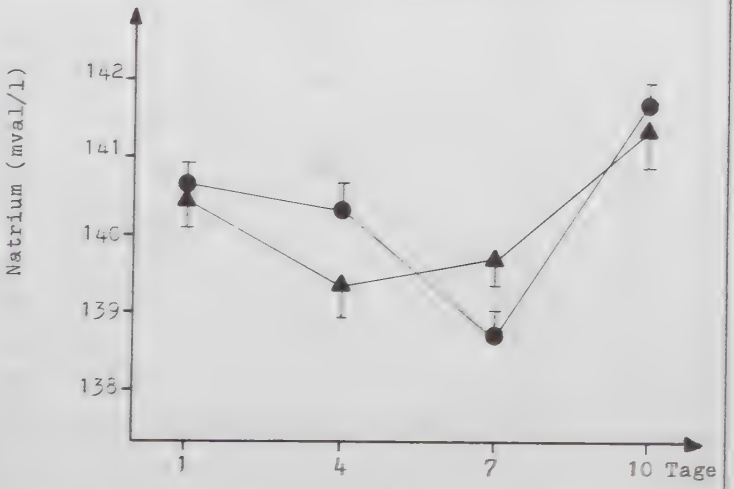

Abb. 27: Natrium (mval/l) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

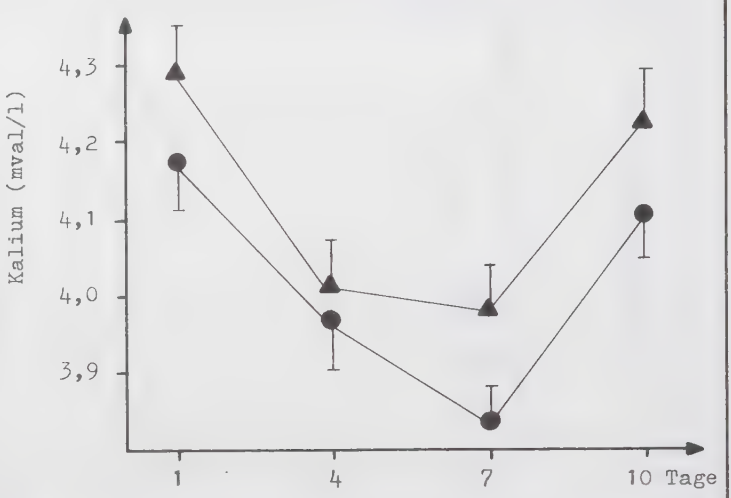

Abb. 28: Kalium (mval/l) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

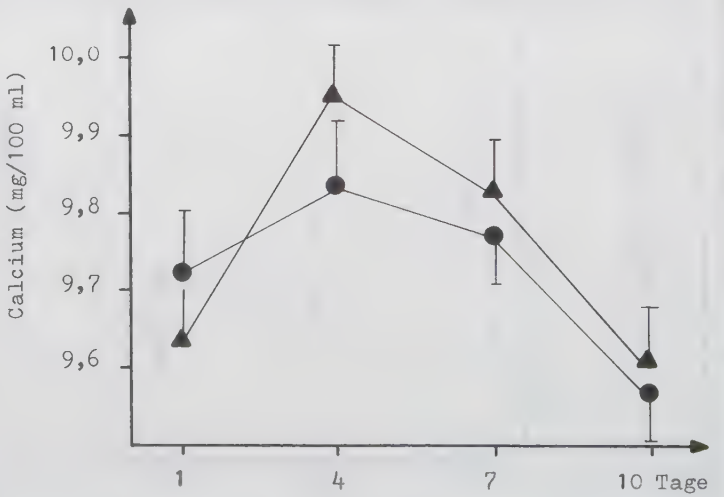

Abb. 29: Calcium (mg/100 ml) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

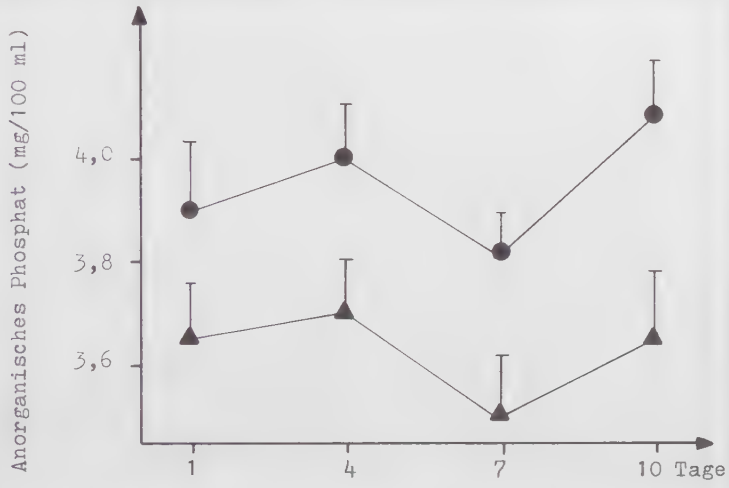

Abb. 30: Anorganisches Phosphat (mg/100 ml) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

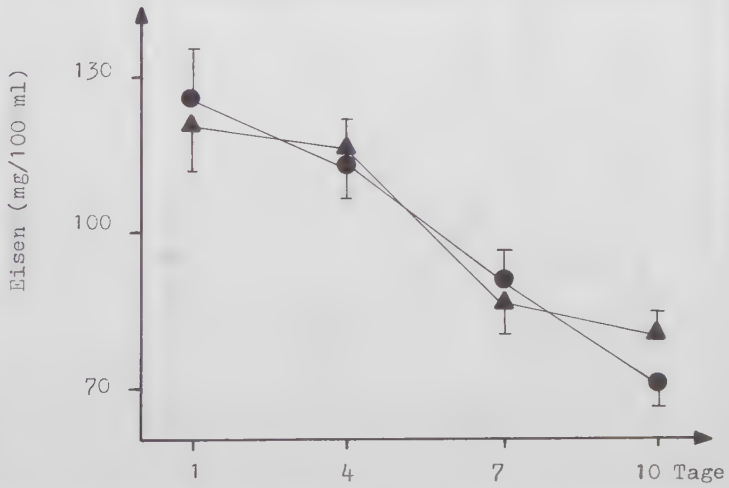

Abb. 31: Eisen (mg/100 ml) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

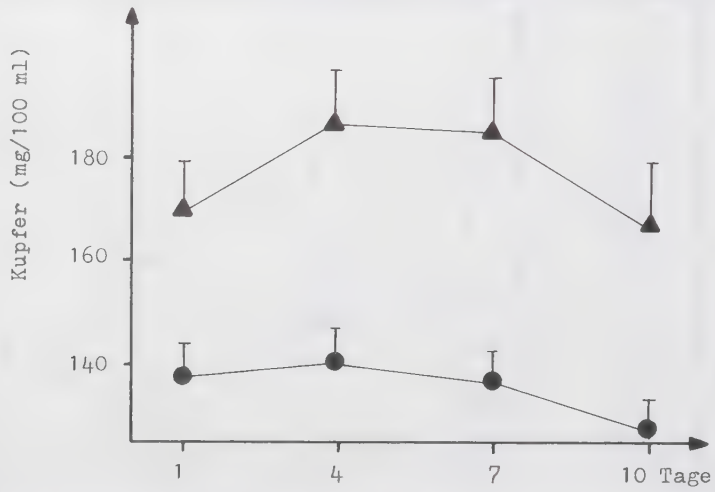

Abb. 32: Kupfer (mg/100 ml) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät.

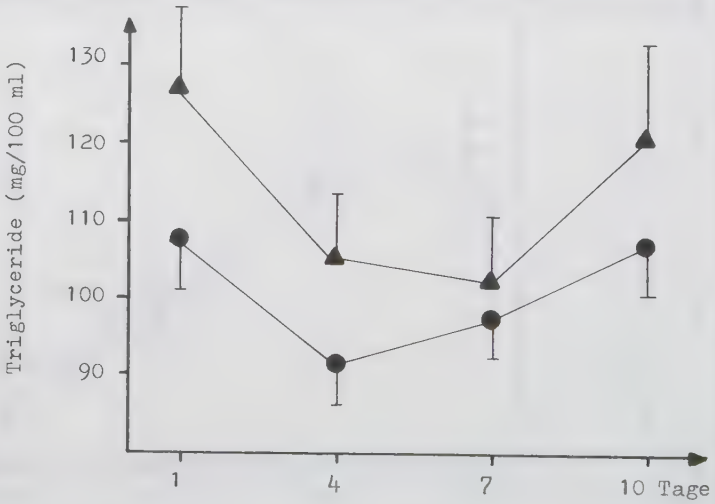

Abb. 33: Triglyceride (mg/100 ml) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

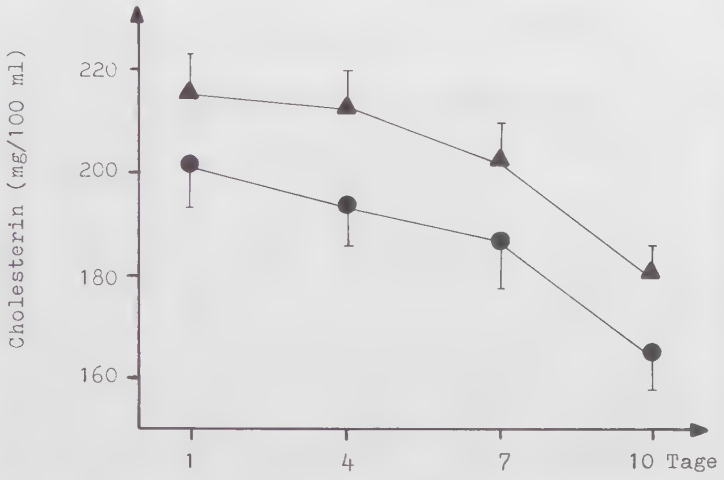

Abb. 34: Cholesterin (mg/100 ml) von Normal- und Übergewichtigen im Verlauf einer hypokalorischen Eiweißdiät

4. DISKUSSION

4.1. Zusammenfassung der signifikanten Ergebnisse

Parameter	der normalgewichtigen Gruppe			der übergewichtigen Gruppe		
	1.-4. Tag	4.-7. Tag	7.-10. Tag	1.-4. Tag	4.-7. Tag	7.-10. Tag
Gewicht	-	-	+	-	-	+
Erythrozyten	o	-	-	+	-	-
Hämoglobin	o	-	-	+	-	-
Hämatokrit	o	-	-	+	-	-
Lymphozyten	o	o	+	o	o	+
Eosinophile Granulozyten	-	-	+	o	o	o
Basophile Granulozyten	+	o	+	+	-	-
Monozyten	o	-	o	o	-	-
Natrium	o	-	+	-	o	+
Kalium	-	-	+	-	o	+
Calcium	+	o	-	+	-	-
Eisen	-	-	-	-	-	-
Triglyceride	-	o	+	-	o	+
Cholesterin	-	-	-	-	-	-
Bilirubin (1)	+	-	o	+	-	o

Tab. 3: Signifikante Veränderungen (Anstieg: +/Abfall: -) ($P<0,05$) der Parameter

4.2. Diskussion der Ergebnisse

Zwischen der adipösen und der normalgewichtigen Gruppe ergaben sich bei den vorliegenden Parametern keine fundamentalen Unterschiede.

Die Probanden boten unter hypokalorischer Eiweißdiät mit dem Diätetikum Bionorm^R eine deutliche Körpergewichtsabnahme von durchschnittlich 800 g/die (760 g/die bei den Normalgewichtigen und 880 g/die bei den Übergewichtigen). Eine wesentliche Bedeutung kommt der spezifisch dynamischen Wirkung des Eiweißes zu, da die Energiegewinnung hierbei mit hohem Energieaufwand verbunden ist, welcher aus den restlichen Nahrungsstoffen beziehungsweise den Depots gedeckt wird (15,32,49). Die Bedeutung der zusätzlichen geringen Kohlenhydratmenge in dem Diätetikum Bionorm^R besteht in dem sogenannten "proteinsparenden Effekt der Kohlenhydrate", der dem Eiweißkatabolismus entgegenwirkt; die Gluconeogenese über Proteolyse wird eingeschränkt, erkennbar an dem Abfall der Stickstoffausscheidung im Urin.

Die Blutdruckwerte zeigten keine signifikante Veränderung. Es zeichnete sich jedoch eine sinkende Tendenz ab, die sich wie bei der Nulldiät in orthostatischen Beschwerden mancher Probanden äußerte (10,15,19,26, 40,42,54,58), hervorgerufen durch ein Überwiegen des Vagotonus, beziehungsweise eine Abschwächung des Sympathikotonus im Fasten. Die in der Literatur beschriebenen Fälle von Blutdrucksenkung bei Hypertonikern während verschiedener Diätformen (19,40) lassen sich hier nicht belegen, da solche Probanden vor der Diät durch entsprechende Auswahlkriterien ausgesondert worden waren.

Elektrokardiographisch ergaben sich keine Veränderungen des Erregungsablaufes; der Puls blieb ebenso unbeeinflußt.

Erythrozyten, Hämoglobin und Hämatokrit sanken signifikant. Nach FAHRNER (19) ist unter dem Fasten mit einer verstärkten Erythrozytenmauserung zu rechnen; dieser verstärkte Abbau von Erythrozyten spiegelt sich auch in dem Anstieg des Serumbilirubins wieder (Dissertationsarbeit Albert, 1), so daß es zu einer hämolytischen Hyperbilirubinämie kommen kann (19). Der Bilirubinanstieg könnte aber auch auf eine verringerte Bilirubinaufnahme in die Leberzelle zurückgeführt werden, ähnlich wie bei Nulldiät beschrieben von BLOOM (7) und LAGEDER (40).

Während der Diät fielen die Serumnatrium- und Serumkaliumwerte signifikant ab und stiegen anschließend unter Freigabe der Ernährung sofort wieder auf die Ausgangswerte an, die Serumnatriumspiegel sogar auf höher liegende Werte. Entscheidend dabei ist, daß der Abfall zu keinem Zeitpunkt in den pathologischen Bereich erfolgte, so daß weder von einer Hypokaliämie, noch von einer Hyponatriämie gesprochen werden kann. Die Ursache liegt in der geringen Elektrolytaufnahme während der Diät und einer Dysmineralisation durch die Niere. Die Elektrolytverluste unter Nulldiät (5,19,26,40) sind gravierender, so daß vor allem die Hypokaliämie mitunter einer Substitution bedarf (26) oder entsprechend durch Obst und Fruchtsäfte als Beikost ausgeglichen werden muß. Die Natriumausscheidung im Urin nimmt bei Nulldiät progressiv ab; dies beruht nach RAPOPORT (55) auf einem während der Diät in Gang kommenden Sparmechanismus, der wahrscheinlich durch einen sekundären Hyperal-

dosteronismus gesteuert wird, so daß der Urin mitunter praktisch natriumfrei wird.

Der Serumcalciumspiegel, der bis zum 4. Tag leicht anstieg und dann signifikant sank (17,26), ist in engem Zusammenhang mit dem Gesamteiweißanstieg (Dissertationsarbeit Albert, 1), beziehungsweise der Hydratation der Eiweisse zu sehen (9,32). Mit einer Mobilisierung von Eiweiß in den ersten Tagen steigt folglich auch das Calcium an und fällt dann entsprechend wieder ab.

Für den ganzen Untersuchungszeitraum ergab sich ein kontinuierliches Absinken der Serumeisenwerte bis an die untere Grenze des Normbereichs; in der Literatur ließ sich hierfür keine Erklärung finden.

Das signifikante Absinken der Triglyceridwerte zu Beginn der Diät ergibt sich aus der fehlenden Fettzufuhr, wie bei allen fettarmen Diätformen (10,17, 19,26,42,54). Die nach zirka drei Tagen erfolgende Mobilisierung aus den Fettdepots, die dem Abbau der Glykogenreserven folgt, läßt den Triglyceridspiegel sistieren; bis zur Nachuntersuchung stiegen dann die Werte unter Normalkost wieder an, entsprechend der besonderen Beeinflußbarkeit der Triglyceride durch die Nahrungsfette. Der gesteigerte Fettsäureabbau unter der Diät führt zu einer Überlastung des Zitronensäurezyklus; das sich so anstauende Acetyl-Co A wird in Acetacetat, beta-Hydroxibuttersäure und Aceton umgewandelt und als Ketonkörper im Urin ausgeschieden (Dissertationsarbeit Albert, 1,9,26,32,60).

Das Serumcholesterin sank kontinuierlich und signifikant, wie es auch bei Nulldiät beobachtet wurde

(5,10,13,17,19,26,40,42,54). Nach MIETTINEN (45) stehen die Serumcholesterinwerte in engem Zusammenhang mit dem Körpergewicht; mit Absinken des Gewichtes sistiert folglich die Neubildung und es kommt zu einem Absinken der Cholesterinwerte.

Die Messung der Gerinnungsparameter und der Fibrinolyse zeigte keine wesentlichen Veränderungen. Dies ist deswegen von besonderer Bedeutung, da sich hiermit keine Hinweise für eine gesteigerte Thromboseneigung unter der Proteindiät erkennen ließen. Eine solche Thrombophilie wäre unter Umständen bei fettreicher Diätform in Betracht zu ziehen, da bestimmte Serumlipidfraktionen die Koagulabilität des Blutes beeinflussen können (29,56).

Die Leukozyten boten insgesamt eine absinkende Tendenz, die in einem Überwiegen des Parasympathikotonus bei Hunger begründet sein könnte. Während die Lymphozyten nach Diätende eine relative Zunahme zeigten, wiesen die segmentkernigen Granulozyten eine relative Abnahme auf. Zusätzlich von Interesse ist dabei der signifikante Abfall der basophilen Granulozyten und Monozyten in der adipösen Gruppe von der Mitte der Diät bis zur Nachuntersuchung.

4.3. Diskussion der Diätform

Die obige Reduktionsdiät ohne Beikost erwies sich insgesamt als in dieser Form ambulant durchführbar; dies bringt einen wesentlichen Vorteil im Vergleich zur Nulldiät, deren Patienten meist stationär behandelt werden.

Die Behandlung mit dieser Diätform sollte, zumindest wenn sie ohne Beikost gegeben wird, unter ärztlicher Kontrolle stehen; vor allem sollten Blutdruck, Pulsfrequenz, Harnsäure, Ketonkörper, Säure-Basen-Haushalt, Elektrolyte und Leberwerte überprüft werden.

Aufgrund der guten Abnahmeraten resultierte bei fast allen Probanden eine positive Motivation zu dieser Diät. Ein zusätzliches Moment hierbei war, daß sich viele der Probanden untereinander kannten und sich so ein Gruppengefühl entwickelte.

Das auftretende Hungergefühl und eine gewisse Leistungsminderung wurde von einer Reihe von Probanden bemängelt.

Als negativ wurde dagegen von fast allen die Einnahmeform bewertet, die eine längerfristige Anwendung ohne Beikost fast unmöglich machen dürfte.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Insgesamt 43 Probanden - unterteilt in eine normal- und eine übergewichtige Gruppe - unterzogen sich einer hypokalorischen, kohlenhydratarmen, nahezu fettfreien, eiweißreichen Diät von sechs Tagen mit dem Diätetikum Bionorm^{R}.

Bei guten Abnahmeergebnissen bewegten sich alle untersuchten Laborparameter innerhalb der Norm. Zwischen der adipösen und der normalgewichtigen Gruppe ergaben sich keine fundamentalen Unterschiede.

Unter der Diät zeigten die Probanden einen deutlichen Natrium- und Kaliumabfall im Serum bis in den unteren Normbereich, der von Bionorm^{R} offensichtlich nicht voll ausgeglichen werden konnte. Die Erythrozytenzahl, Hämoglobin und Hämatokrit nahmen in dem Untersuchungszeitraum ab, ebenso das Serumeisen. Der Calciumspiegel wies, gleich dem Gesamteiweiß, einen Anstieg in den ersten Tagen auf und fiel dann wieder ab. Die Triglycerid- und Cholesterinwerte sanken in dem Untersuchungszeitraum; die Triclyceride stiegen jedoch nach Diätende, entsprechend ihrer besonderen Beeinflußbarkeit durch die Nahrungsfette, wieder deutlich an.

Die Diät ließ sich relativ risikofrei ambulant durchführen, zumindest für den hier vorliegenden Beobachtungszeitraum von sechs Tagen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALBERT, W.:
Promotionsarbeit
in Vorbereitung.

2. ARETZ, H.H., LIEBERMEISTER, H.:
Psychische Veränderungen bei adipösen Patienten unter einer ambulanten Reduktionskur.
Dtsch. med. Wschr. 96, 778 (1971).

3. BANNASKI, H.:
Erfahrungen mit einem Eiweißgranulat als Diätetikum bei Übergewicht.
Ärztliche Praxis 2414 (1976).

4. BENEDICT, F.G.:
A study of prolonged fasting.
Carnegie Inst. Wash. No. 280
Washington D.C. 1915.

5. BERG, G., MATZKIES, F.:
Ernährung bei Stoffwechselkrankheiten.
Fortschr. Med. 92, 22 (1974).

6. BERGER, M., GRANZ, M.:
Verlaufsuntersuchungen zum Langzeiteffekt der Nulldiät.
Dtsch. med. Wschr. 101, 601 (1976).

7. BLOOM, W.L.:
Fasting as introduction to the treatment of obesity.
Metabolism 8, 214 (1959).

8. BUCHINGER, O.:
Das Heilfasten.
Hippokrates Stuttgart 1964.

9. BUDDECKE, E.:
Grundriß der Biochemie.
Walter de Gruyter Berlin-New York 1974.

10. BRUCE, R. et al.:
Nitrogen metabolism and insulin requirements in obese diabetic adults on a protein-sparing modified fast.
Diabetes 25, 494 (1976).

11. CLAUSS, G., EBNER, H.:
Grundlagen der Statistik.
Verlag Harri Deutsch Frankfurt 1971.

12. COMSTOCK, G.W. et al.:
Subcutaneous fatness and mortality.
Amer. J. Epidemiol. 83, 548 (1966).

13. DEININGER, R.:
Über die Möglichkeit der Adipositastherapie mit einem eiweißreichen Diätetikum.
Zeitschr. f. Allgemeinm. 8, 400 (1974).

14. DITSCHUNEIT, H.:
Totales Fasten.
Dtsch. Gesellsch. Inn. Med. 82. Tagung 1976 Wiesbaden, Ref. 288.

15. DITSCHUNEIT, H.:
Was ist gesichert in der Therapie der Fettsucht?
Internist 17, 622 (1976).

16. DITSCHUNEIT, H., WECHSLER, J.G.:
Nur 30 Prozent halten das Gewicht.
Medical Tribune 52, 14 (1977).

17. DITSCHUNEIT, H. et al.:
Veränderungen des Stoffwechsels bei Nulldiät.
Internist 11, 176 (1970).

18. DUNCAN, G., JENSON, W.K., FRAZER, R.I.,
CHRISTOFORI, F.C.:
Correction and control of intractable obesity.
J. Amer. med. Ass. 181, 309 (1962).

19. FAHRNER, H.:
Übersicht über die prophylaktische und kurative Wirkungsweise der therapeutischen Nahrungsenthaltung.
Hippokrates 17, 681 (1966).

20. FOLDENAUER, A., BÖHM, P.:
Adipositasbehandlung mit einer Null-Kaloriendiät.
Münch. med. Wschr. 110, 2373 (1968).

21. GENUTH, S., CASTRO, J., VERTES, V.:
Weight reduction in obesity by outpatient semistarvation.
JAMA 230, 987 (1974).

22. GRIES, F.A. et al.:
Adipositas.
Springer Heidelberg 1976.

23. GROSS, R., SCHÖLMERICH, R.:
Lehrbuch der Inneren Medizin.
Schattauer Stuttgart-New York 1977.

24. HADORN, W.:
Behandlungsmöglichkeiten der Fettsucht.
Schweiz. med. Wschr. 84, 575 (1954).

25. HARTMANN, G.:
Null-Kalorien-Diät bei Adipositas.
Praxis 59, 431 (1970).

26. HARTMANN, G., SCHMIDT, R.:
Prolongiertes Fasten als Behandlungsform der Adipositas.
Dtsch. med. Wschr. 92, 1663 (1967).

27. HOLTMEIER, H.J.:
Ernährungslehre und Diätetik, Band II.
Thieme Stuttgart 1972.

28. HOLTMEIER, H.J.:
Diät bei Übergewicht und gesunde Ernährung.
Thieme Stuttgart 1977.

29. HOLZKNECHT, F. u. BRAUNSTEINER, H.:
Hyperlipidämie und Blutgerinnungsfaktoren.
Acta Haemat. 38, 219 (1967).

30. HUMPLIK, H.:
Behandlung der Übergewichtigkeit.
Münch. med. Wschr. 26, 1183 (1964).

31. HUMPLIK, H.:
Die unrationelle Ernährung als Therapie der Übergewichtigkeit und ihrer Folgen.
Wien. med. Wschr. 40, 692 (1971).

32. KARLSON, P.:
Kurzes Lehrbuch der Biochemie.
Thieme Stuttgart 1971.

33. KASPER, H.:
Körpergewicht bei fettreicher, kohlenhydratarmer Diät.
Med. Klin. 66, 440 (1971).

34. KASPER, H., ZÖLLNER, N., PFLANZ, M. et al.:
Abnehmen mit der richtigen Diät.
Selecta-Sonderdruck aus Selecta 38 (1977).

35. KEKWICK, A., PAWAN, G.:
Metabolic study in human obesity with isocaloric diets high in fat, protein or carbohydrate.
Metabolism 6, 447 (1957).

36. KELLNER, R.:
Nulldiät bei Fettsucht.
Klinikarzt 7, 123 (1978).

37. KLUTHE, R., SCHAEFFER, G.:
Rationelle Diätetik.
Thieme Stuttgart 1976.

38. KNICK, B.:
Die Nulldiät löst die Probleme nicht.
Medical Tribune 52, 13 (1977).

39. KÜHN, H.A., ZÖLLNER, N.:
Ernährungslehre und Diätetik.
Band II, Teil I.
Thieme Stuttgart 1978.

40. LAGEDER, H.:
Übersicht über die prophylaktische und kurative Wirkungsweise der therapeutischen Nahrungsenthaltung.
Hippokrates 17, 681 (1966).

41. LÄMMEL, R.:
Statitik zur Adipositas.
Deine Gesundheit 4, 104 (1974).

42. LAUBE, H. et al.:
Dauererfolg von Fastenkuren.
Dtsch. med. Wschr. 97, 830 (1972).

43. MATZKIES, F.:
Konservative Therapie der Fettsucht.
Klinikarzt 7, 114 (1978).

44. MERCK, E.:
Klinisches Labor.
Darmstadt 1970.

45. MIETTINEN, T.:
Cholesterol production in obesity.
Ciculation 44, 842 (1971).

46. MOLL, E. REINERS, C.:
Begleitheft zu den Übungen in Biomathematik.
Abteilung für Nuklearmedizin, Würzburg 1976.

47. MOORE, M.E. et al.:
Obesity social class and mental illness.
J. Amer. med. Ass. 181, 962 (1962).

48. NEWBURGH, L.H.:
Obesity.
Arch. intern. Med. 70, 1033 (1942).

49. NOELLE, H.:
Klinische Fettsuchttherapie mit MCT.
Med. Klinik 69, 1448 (1974).

50. OLEFSKY, J., RAEVEN, G.:
Effects of weight reduction on obesity.
J. Clin. Ivest. 53, 64 (1974).

51. OPPELT, U., RÜGER, B.:
Biomathematik, med. Statistik und
Dokumentation.
Rathgeber München 1975.

52. PSCHYREMBEL, W.:
Klinisches Wörterbuch.
Berlin 1977.

53. RAKOW, A.D.:
Nulldiät auch in der Praxis.
Med. Trib. 7, 25 (1975).

54. RAKOW, A.D., SCHMIDT, J.W., DITSCHUNEIT, H.:
Erfahrungen mit der ambulanten Nulldiät.
Verh. dtsch. Ges. inn. Med. (1975),
Vortrag 255.

55. RAPOPORT, A., FROM, G.L.A., HUDSON, H.:
Metabolic studies in prolonged fasting.
I. Inorganic metabolism and kindney function.
Metabolism 14, 31 (1965).

56. REIMERS, H.J., SCHMAHL, F.W., HUTH, K. u.
LASCH, H.G.:
Blutgerinnung, insbesondere Thrombozytenumsatz,
bei Hyperlipoproteinämien.
Klin. Wschr. 50, 12 (1972).

57. RICK, W.:
Klinische Chemie und Mikrobiologie.
Springer Berlin 1977.

58. RIEGLER, E.:
Gewichtsreduktion durch eiweißreiche, kohlen-
hydratarme Ernährung.
Med. Klin. 71, 1051 (1976).

59. SCHETTLER, G.:
Innere Medizin, Band II.
Thieme Stuttgart 1972.

60. SIEGENTHALER, W.:
Klinische Pathophysiologie.
Thieme Stuttgart 1976.

61. Verband Deutscher Rentenversicherungsträger
Fettsucht in Sozialmedizinischer Sicht.
Schriften zur Fortbildung.
Verband Deutscher Rentenversicherungsträger
Frankfurt 1972.

62. WISCHNIK, A.:
Klinische Chemie.
Mediscript 1975.

ANHANG

Im folgenden werden zu den einzelnen Parametern die errechneten Daten - getrennt nach Normal- und Übergewichtigen - wiedergegeben, und zwar:
der Mittelwert $\bar{x}$,
die Streuung s und
der mittlere Fehler des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$ (=MFM).
Die Werte sind jeweils chronologisch geordnet; zuerst stehen die Werte des 1. Tages der Diät, dann die des 4. und des 7. Tages und schließlich die Ergebnisse der Nachuntersuchung am 10. Tag.

Normalgewichtig				
Körpergewicht (kg)				
Mittelwert	68,94	66,84	64,38	67,04
Streuung	10,84	10,55	9,49	10,49
MFM	2,31	2,25	2,07	2,24
Alter (Jahre)				
Mittelwert	26,1			
Streuung	7,19			
MFM	1,53			
Größe (cm)				
Mittelwert	174,2			
Streuung	9,14			
MFM	1,94			
Systolischer Blutdruck (mm Hg)				
Mittelwert	120,7	118,1	117,6	121,5
Streuung	5,35	6,41	7,17	6,19
MFM	1,17	1,39	1,56	1,35
Diastolischer Blutdruck (mm Hg)				
Mittelwert	78,6	78,3	77,8	79,1
Streuung	5,03	5,71	5,47	4,96
MFM	1,09	1,24	1,19	1,08
Puls (1/min)				
Mittelwert	72,2	73,5	72,9	72,3
Streuung	10,53	9,73	8,91	11,18
MFM	2,29	2,12	1,95	2,44

Übergewichtig				
Körpergewicht (kg)				
Mittelwert	85,13	82,14	79,88	81,44
Streuung	12,04	11,59	11,27	11,47
MFM	2,63	2,53	2,46	2,50
Alter (Jahre)				
Mittelwert	31,2			
Streuung	11,7			
MFM	2,57			
Größe (cm)				
Mittelwert	168,1			
Streuung	6,91			
MFM	1,51			
Systolischer Blutdruck (mm Hg)				
Mittelwert	132,9	128,1	127,4	129,7
Streuung	12,9	15,0	14,7	13,6
MFM	2,75	3,19	3,13	2,89
Diastolischer Blutdruck (mm Hg)				
Mittelwert	82,0	81,4	81,9	83,6
Streuung	6,48	7,58	6,93	7,14
MFM	1,38	1,61	1,47	1,52
Puls (1/min)				
Mittelwert	75,1	74,3	74,7	74,9
Streuung	10,47	9,13	9,84	8,96
MFM	2,23	1,94	2,09	1,91

Normalgewichtig				
Leukozyten (1 000/10^{-6} l Blut)				
Mittelwert	6,42	5,51	5,81	5,62
Streuung	1,10	1,10	1,09	1,00
MFM	0,24	0,24	0,24	0,21
Erythrozyten (Millionen/10^{-6} l Blut)				
Mittelwert	4,87	4,90	4,75	4,53
Streuung	0,49	0,43	0,44	0,39
MFM	0,110	0,091	0,097	0,084
Hämoglobin (g/100 ml Blut)				
Mittelwert	15,28	15,30	14,29	13,80
Streuung	1,41	1,54	1,36	1,24
MFM	0,30	0,33	0,31	0,26
Hämatokrit (%)				
Mittelwert	43,36	43,19	41,25	39,01
Streuung	3,14	3,48	3,69	3,16
MFM	0,67	0,74	0,83	0,67
Mittleres zelluläres Volumen (10^{-6} m^3)				
Mittelwert	85,8	85,0	84,5	84,7
Streuung	3,51	3,40	3,42	3,67
MFM	0,75	0,73	0,77	0,78
Färbekoeffizient (pg)				
Mittelwert	32,0	31,4	31,5	30,7
Streuung	1,44	1,93	1,73	1,89
MFM	0,31	0,41	0,39	0,40
Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration (g Hb/100 ml Erythrozyten)				
Mittelwert	37,70	37,42	37,63	36,55
Streuung	1,71	1,72	1,43	1,67
MFM	0,37	0,37	0,32	0,36
Thrombozyten (1 000/10^{-6} l Blut)				
Mittelwert	242,8	255,2	279,2	271,8
Streuung	52,3	61,8	61,7	69,1
MFM	11,2	13,2	13,8	15,1
Neutrophil stabkernige Granulozyten (%)				
Mittelwert	0,77	0,27	0,70	0,45
Streuung	1,30	0,55	1,12	0,74
MFM	0,28	0,12	0,25	0,16
Neutrophil segmentkernige Granulozyten (%)				
Mittelwert	57,3	60,0	57,8	49,9
Streuung	12,48	8,73	14,32	9,37
MFM	2,65	1,86	3,20	1,99

Übergewichtig				
Leukozyten (1 000/10^{-6} l Blut)				
Mittelwert	6,54	6,44	6,08	5,98
Streuung	1,43	1,53	1,28	1,25
MFM	0,31	0,33	0,28	0,27
Erythrozyten (Millionen/10^{-6} l Blut)				
Mittelwert	4,58	4,78	4,69	4,41
Streuung	0,32	0,43	0,47	0,31
FMF	0,070	0,094	0,102	0,068
Hämoglobin (g/100 ml Blut)				
Mittelwert	14,26	14,88	14,59	13,71
Streuung	1,15	1,25	1,48	0,95
FMF	0,25	0,27	0,32	0,21
Hämatokrit (%)				
Mittelwert	39,51	40,99	39,92	37,95
Streuung	2,95	3,49	3,78	2,36
MFM	0,64	0,76	0,82	0,51
Mittleres zelluläres Volumen (10^{-6} m^3)				
Mittelwert	86,8	86,0	85,7	86,4
Streuung	2,72	2,85	2,67	2,69
MFM	0,59	0,62	0,58	0,59
Färbekoeffizient (pg)				
Mittelwert	30,7	30,6	30,6	30,8
Streuung	1,37	1,20	1,12	1,26
MFM	0,30	0,26	0,24	0,27
Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration (g Hb/100 ml Erythrozyten)				
Mittelwert	35,76	35,91	36,25	35,86
Streuung	1,60	1,60	1,70	1,53
MFM	0,35	0,35	0,37	0,33
Thrombozyten (1 000/10^{-6} l Blut)				
Mittelwert	265,4	261,0	248,2	268,3
Streuung	61,1	61,6	73,0	76,5
MFM	13,3	13,4	15,9	16,7
Neutrophil stabkernige Granulozyten (%)				
Mittelwert	0,48	0,76	0,71	0,24
Streuung	0,75	1,00	0,85	0,62
MFM	0,16	0,22	0,18	0,14
Neutrophil segmentkernige Granulozyten (%)				
Mittelwert	59,9	61,4	61,8	56,5
Streuung	7,12	6,88	8,60	9,22
MFM	1,55	1,50	1,88	2,01

Normalgewichtig				
Lymphozyten (%)				
Mittelwert	36,2	35,1	38,4	45,2
Streuung	12,30	9,54	14,90	9,70
MFM	2,62	2,03	2,33	2,07
Eosinophile Granulozyten (%)				
Mittelwert	3,63	2,59	1,35	2,50
Streuung	2,98	2,15	1,89	1,44
MFM	0,64	0,46	0,42	0,31
Basophile Granulozyten (%)				
Mittelwert	0,18	0,32	0,30	0,50
Streuung	0,66	0,72	0,66	0,74
MFM	0,14	0,15	0,15	0,16
Monozyten (%)				
Mittelwert	1,72	1,72	1,10	1,36
Streuung	2,19	2,16	1,33	1,84
MFM	0,47	0,46	0,29	0,39
Quick-Wert (%)				
Mittelwert	81,5	83,4	84,5	87,5
Streuung	11,5	13,0	15,1	14,2
MFM	2,45	2,83	3,30	3,11
Partielle Thromboplastinzeit (sec)				
Mittelwert	38,06	37,39	36,85	36,11
Streuung	5,24	4,19	3,53	2,94
MFM	1,12	0,92	0,77	0,64
Thrombinzeit (sec)				
Mittelwert	26,90	25,92	26,79	27,43
Streuung	2,94	2,72	3,25	3,06
MFM	0,63	0,60	0,71	0,67
Fibrinogen (mg/100 ml)				
Mittelwert	218,5	244,8	226,2	204,5
Streuung	43,7	50,8	43,8	33,9
MFM	9,32	11,1	9,56	7,39
Reaktionszeit (min)				
Mittelwert	6,91	--	6,95	7,02
Streuung	1,23	--	0,95	0,84
MFM	0,26	--	0,21	0,18
Thrombusbildungszeit (min)				
Mittelwert	7,16	--	7,55	5,95
Streuung	1,97	--	2,13	1,86
MFM	0,42	--	0,47	0,41

Übergewichtig				
Lymphozyten (%)				
Mittelwert	32,1	30,8	32,4	39,3
Streuung	6,92	7,38	8,98	8,97
MFM	1,51	1,61	1,96	1,96
Eosinophile Granulozyten (%)				
Mittelwert	2,76	2,24	2,90	3,81
Streuung	2,57	1,55	3,05	3,31
MFM	0,56	0,34	0,66	0,72
Basophile Granulozyten (%)				
Mittelwert	0,66	0,81	0,38	0,14
Streuung	0,57	0,81	0,50	0,36
MFM	0,13	0,18	0,11	0,08
Monozyten (%)				
Mittelwert	3,90	3,71	1,67	0,95
Streuung	2,66	2,37	2,44	1,16
MFM	0,58	0,52	0,53	0,25
Quick-Wert (%)				
Mittelwert	83,7	75,8	74,6	80,8
Streuung	21,2	24,6	18,3	17,0
MFM	4,63	5,51	4,08	3,80
Partielle Thromboplastinzeit (sec)				
Mittelwert	35,19	35,61	35,27	35,05
Streuung	8,05	7,12	7,57	6,53
MFM	1,75	1,59	1,69	1,46
Thrombinzeit (sec)				
Mittelwert	22,33	23,05	22,93	23,62
Streuung	1,94	2,67	2,38	2,18
MFM	0,42	0,60	0,53	0,48
Fibrinogen (mg/100 ml)				
Mittelwert	247,1	239,7	248,5	244,6
Streuung	56,1	46,9	50,9	42,6
MFM	12,2	10,5	11,4	9,31
Reaktionszeit (min)				
Mittelwert	7,36	--	7,08	7,73
Streuung	3,16	--	1,47	1,25
MFM	0,69	--	0,34	0,28
Thrombusbildungszeit (min)				
Mittelwert	6,16	--	5,66	5,73
Streuung	1,60	--	3,02	2,11
MFM	0,35	--	0,69	0,47

Normalgewichtig				
Maximale Amplitude (mm)				
Mittelwert	38,5	--	37,0	38,4
Streuung	3,62	--	5,99	6,07
MFM	0,77	--	1,30	1,36
Thrombelastizität				
Mittelwert	63,0	--	60,3	62,8
Streuung	9,57	--	15,61	16,31
MFM	2,04	--	3,41	3,65
Natrium (mval/l)				
Mittelwert	140,5	140,3	138,7	141,6
Streuung	1,81	2,37	2,01	1,94
MFM	0,39	0,51	0,44	0,41
Kalium (mval/l)				
Mittelwert	4,17	3,97	3,83	4,10
Streuung	0,32	0,34	0,24	0,27
MFM	0,068	0,072	0,053	0,057
Calcium (mg/100 ml)				
Mittelwert	9,72	9,83	9,77	9,57
Streuung	0,40	0,38	0,32	0,42
MFM	0,086	0,081	0,069	0,089
Anorganisches Phosphat (mg/100 ml)				
Mittelwert	3,90	4,00	3,82	4,09
Streuung	0,62	0,45	0,38	0,45
MFM	0,133	0,097	0,082	0,096
Eisen (mg/100 ml)				
Mittelwert	125,4	113,2	90,7	70,5
Streuung	50,0	34,0	29,6	23,6
MFM	10,7	7,26	6,45	5,04
Kupfer (mg/100 ml)				
Mittelwert	137,7	140,2	136,2	125,0
Streuung	25,3	24,3	25,6	21,8
MFM	5,41	5,19	5,59	4,65
Triglyceride (mg/100 ml)				
Mittelwert	108,6	91,1	97,6	107,1
Streuung	34,5	23,8	20,1	39,7
MFM	7,36	5,07	4,39	8,67
Cholesterin (mg/100 ml)				
Mittelwert	201,4	193,9	186,7	165,0
Streuung	39,8	39,3	39,9	33,5
MFM	8,49	8,39	8,72	7,15

Übergewichtig				
Maximale Amplitude (mm)				
Mittelwert	40,0	--	41,1	40,0
Streuung	5,09	--	7,07	6,15
MFM	1,11	--	1,62	1,38
Thrombelastizität				
Mittelwert	67,8	--	71,9	68,5
Streuung	13,8	--	18,2	18,1
MFM	3,02	--	4,18	4,05
Natrium (mval/l)				
Mittelwert	140,5	139,3	139,7	141,4
Streuung	2,28	2,59	2,35	2,71
MFM	0,49	0,57	0,51	0,59
Kalium (mval/l)				
Mittelwert	4,29	4,01	3,98	4,22
Streuung	0,33	0,32	0,28	0,32
MFM	0,072	0,070	0,060	0,069
Calcium (mg/100 ml)				
Mittelwert	9,63	9,95	9,82	9,61
Streuung	0,31	0,32	0,33	0,30
MFM	0,067	0,069	0,072	0,065
Anorganisches Phosphat (mg/100 ml)				
Mittelwert	3,65	3,70	3,50	3,65
Streuung	0,47	0,48	0,55	0,59
MFM	0,102	0,105	0,120	0,129
Eisen (mg/100 ml)				
Mittelwert	120,9	115,9	85,7	80,5
Streuung	42,5	30,3	27,3	22,6
MFM	9,28	6,61	5,96	4,94
Kupfer (mg/100 ml)				
Mittelwert	169,1	186,9	184,8	167,8
Streuung	44,3	43,4	45,7	47,6
MFM	9,70	9,46	9,97	10,37
Triclyceride (mg/100 ml)				
Mittelwert	126,7	105,2	101,9	120,5
Streuung	44,2	36,8	41,1	47,5
MFM	9,64	8,04	8,96	10,36
Cholesterin (mg/100 ml)				
Mittelwert	215,2	212,4	202,1	180,9
Streuung	36,4	32,2	35,2	23,6
MFM	7,94	7,03	7,67	5,15

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. H. Zöller danke ich für die Überlassung des Themas, seine Unterstützung bei der Durchführung und Auswertung der Arbeit, sowie für die Übernahme des Referates.

Herrn Professor Dr. med. H. Franke danke ich für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes an seiner Klinik und für die Übernahme des Korreferates.

Fräulein S. Cirulis danke ich für die Bestimmung der Fettstoffwechselparameter und ihre Hilfsbereitschaft bei den Laboruntersuchungen.

Allen Probanden, die durch ihre tatkräftige Mitarbeit zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, danke ich für ihre spontane Teilnahmebereitschaft.

Lebenslauf

Am 17.3.1953 wurde ich als Sohn der Eheleute Kurt und Hildegard Pohl, geb. Rasp in Bayreuth geboren.

1959 wurde ich in Bayreuth eingeschult und besuchte nach der 5. Klasse Volksschule das Graf-Münster-Gymnasium in Bayreuth, an dem ich im Juni 1973 die Reifeprüfung ablegte.

Ab Juli 1973 war ich als Wehrpflichtiger in die Markgrafenkaserne Bayreuth eingezogen; Mitte April 1974 wurde ich von der Bundeswehr nach Vorlage eines Studienplatzes im Fach Medizin vorzeitig entlassen.

Zum Sommersemester 1974 immatrikulierte ich mich an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg im Fach Medizin. Im März 1976 unterzog ich mich nach vier Semestern der Ärztlichen Vorprüfung. Ein Jahr später legte ich im März 1977 den Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung ab und nach weiteren vier Semestern den Zweiten Abschnitt. Das Praktische Jahr absolvierte ich am Landkrankenhaus Coburg (Innere und Chirurgie) und in der Hautklinik der Universität Würzburg. Anfang Mai 1980 beendete ich das Studium mit der Ärztlichen Prüfung.

Wolfgang Pohl